

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Ленинградской области
«Подпорожский политехнический техникум»

Методические указания
к выполнению дипломных проектов

Специальность 15.02.08

“Технология машиностроения”

IV курс

Подпорожье

2016

СОГЛАСОВАНО

Председатель ГЭК,
Генеральный директор ООО «Свирь пласт»

_____ М.Ю.Евсюков

« ____ » _____ 2016г

На заседании педсовета
Протокол № 8

«_22»_декабря_2016г.

Утверждено:

Приказом ГБПОУ ЛО ППТ

От 29.12.2016г.

№ 01-05/98

ОБЪЕМ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА
 Пояснительная записка 40...50 листов формата А4.
 Графическая работа 4,0...6,0 листа формата А1.
 Комплект документации технологического процесса

Объем разделов дипломного проекта

Раздел проекта	Объем проекта, %
Введение	3,0
1. Технологическая часть.	47,0
1.1. Описание конструкции детали и ее технологический анализ.	2,0
1.2. Характеристика заданного типа производства.	5,0
1.3. Выбор вида заготовки и ее конструирование.	6,0
1.4. Разработка маршрута механической обработки детали.	4,0
1.5. Выбор оборудования, инструмента и станочных приспособлений.	4,0
1.6. Расчет промежуточных припусков и размеров.	16,0
1.7. Расчет режимов резания на операции.	5,0
1.8. Определение норм времени на операции.	5,0
2. Конструкторская часть.	17,0
2.1 Выбор типа приспособления.	1,0
2.2 Выбор схемы базирования заготовки.	1,0
2.3 Выбор конструкции установочных элементов.	1,0
2.4 Выбор схемы закрепления заготовки, расчет усилия зажима.	2,0
2.5 Выбор конструкции и расчет зажимного механизма.	2,0
2.6 Выбор конструкции и расчет привода зажимного механизма	2,0
2.7 Выбор конструкции направляющих элементов.	1,0
2.8 Выбор способа монтажа приспособления на станке.	1,0
2.9 Расчет приспособления на точность.	2,0
2.10 Расчет на прочность детали приспособления.	1,0
2.11 Описание устройства и принципа действия приспособления.	1,0
2.12 Описание и расчет измерительного инструмента или контрольного приспособления.	2,0
3. Экономическая часть.	12,0
3.1 Расчет себестоимости изготовления детали.	12,0
4. Техника безопасности и охрана труда.	3,0
Заключение	3,0
Оформление пояснительной записки	5,0
Оформление графической части	10,0
Итого:	100

ВВЕДЕНИЕ

Проектирование технологических процессов изготовления деталей машин является одним из наиболее ответственных этапов технологической подготовки производства. Технологический процесс должен обеспечивать высокую производительность труда и требуемое качество изделий при минимальных затратах материальных средств на их изготовление.

Задачей данного методического пособия является помощь студентам машиностроительных специальностей в работе над дипломным проектом по технологии машиностроения. В пособии излагаются основные требования к тематике, организации и содержанию проекта, приводятся подробные методические указания к выполнению отдельных разделов проекта.

Содержащиеся в пособии сведения позволяют оценить технологичность конструкций деталей, определить тип производства, проектировать технологические процессы. Рассматриваются вопросы экономического обоснования принятых технических решений. Методические положения изложены с учетом требований стандартов ЕСТД, ЕСКД и ЕСТПП.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Дипломный проект по технологии машиностроения является самостоятельной квалификационной работой студентов и имеет цель показать теоретические и практические навыки проектирования технологических процессов изготовления деталей.

При выполнении дипломного проекта студентом самостоятельно решаются следующие задачи.

1. Изучается анализ служебного назначения узлов и деталей машин, рабочих чертежей, технических требований и разработки технологического чертежа.
2. Оценивается технологичность деталей и сборочных единиц.
3. Производится выбор методов получения заготовок на основе технико-экономического анализа.
4. Обосновываются методы обработки отдельных поверхностей.
5. Выбираются технологические базы, схемы базирования заготовок и установки.
6. Формируется структура технологического процесса, разрабатывается маршрут обработки, строятся операции, составляется технологическая документация.
7. Осуществляется выбор оборудования и средств технологического оснащения (СТО).
8. Выполняются расчёты режимов резания, техническое нормирование технологических операций и технико-экономический анализ вариантов операций.
9. Производится выбор технологической оснастки, режущего инструмента и средств контроля, необходимых для реализации перспективного технологического процесса.
10. Совершенствуется умение пользоваться технической литературой, справочными материалами, ГОСТ.

Дипломное проектирование ориентирует учащегося на совершенствование технологии механической обработки деталей, внедрению прогрессивного высокопроизводительного оборудования и соответствующей технологической оснастки, широкое применение станков с ЧПУ.

Дипломный проект должен удовлетворять требованиям новизны и полезности. Необходимо учесть при этом, что качество проекта определяется не только выполнением объема работы, предусмотренного заданием, но и глубиной проработки

материала, наличием неординарных решений проблемных вопросов, предложенных дипломником. В процессе написания дипломного проекта должны использоваться нормативные документы, современные информационные технологии, компьютерная техника, прогрессивные и эффективные методы решения задач.

Результаты, полученные в ходе подготовки, выполнения и защиты дипломного проекта, позволяют оценить степень готовности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности.

Содержание графической части :

Деталь (чертеж)

Заготовка (чертеж).

Маршрутный техпроцесс (плакат)

Приспособление станочное (чертёж).

Измерительный инструмент или контрольное приспособление (чертёж).

Карты наладки на операции или расчетно-технологическая карта (плакат).

Планировка участка, схема организации одного из рабочих мест участка (плакат)

Содержание документальной части :

Комплект технологических документов по проектируемому технологическому процессу изготовления детали.

Титульный лист (ТЛ)

Маршрутные карты (МК)

Операционные карты (ОК)

Карты эскизов (КЭ)

Карта кодирования информации (ККИ) дополнительно, по указанию руководителя.

Содержание пояснительной записки:

Является частью дипломного проекта и содержит весь описательный, аналитический и расчетный материал по всем разделам выполненного дипломного проекта.

Пояснительная записка состоит из разделов и глав. Пояснительная записка должна быть аккуратно выполненной и краткой (40-50 страниц формата А4), оснащенной необходимыми схемами, эскизами и др.

1.2 ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Общие требования к выполнению пояснительной записки

Пояснительная записка выполняется на одной стороне листа бумаги формата А4 14 шрифтом по форме 2 - первый лист и 2а – последующие, с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ, полными словами, без сокращений, за исключением тех, что установлены ГОСТ 2.004-88, ЕСКД, ГОСТ 2.105-95 ЕСКД, ГОСТ 2.106-96 ЕСКД, ГОСТ 2.109-73 ЕСКД.

Условные обозначения механических, химических, математических и других величин должны быть тождественны во всех разделах записки, и соответствовать стандартам.

После обозначения параметра даётся его пояснение, например "предел прочности на растяжение".

Значения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно после формулы в той же последовательности, в какой приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слов "где" без двоеточия после него.

Все формулы нумеруются арабскими цифрами, проставленными справа в скобках. В тексте записки даются ссылки на номера формул. Например: "Расчёт производится по формуле 3".

Расчёты и вычисления в записке даются с соблюдением установленных правил, с указанием в результатах размерности, принятой в системе СИ.

При использовании справочных материалов (режимов резания, норм времени, припусков, сортаментов материалов, цен и т. д.) необходимо делать ссылки на использованную литературу с указанием страниц, номеров, карт и таблиц. Например, ([3]с.92, таблица 5).

Если в тексте в пределах одной фразы приводится ряд цифровых значений одной размерности, единицы измерения указываются после последнего числа. Например: 15, 20, 25, 40 мм.

Все размещаемые в записке иллюстрации нумеруются арабскими цифрами. Например: рис.1, рис.2 и т. д.

Листы пояснительной записки располагаются в следующем порядке: с.1 - титульный лист, далее задание на дипломный проект и т. д.

Общие требования к выполнению графических документов

Графические документы выполняются на листах формата А1. Чертёж детали, для которой разрабатывается техпроцесс, должен содержать технические требования (марку материала, массу, твёрдость, вес, размеры и их точность, точность формы и расположения, а также шероховатость поверхностей и т. д.).

Чертёж заготовки выполняется с указанием массы, класса точности, размеров и отклонений с принятыми литейными и штамповочными уклонами и другими техническими требованиями.

Следует учесть, что при оформлении чертежа детали необходимо заменить устаревшее обозначение полей допусков на новые по ГОСТ 25348-82.

Общие требования к заполнению комплекта форм техпроцесса

Комплект документов техпроцесса выполняют на специальных бланках ЕСТД ГОСТ 3.1117-81, 3.1118-82, 3.1418-82.

Общие рекомендации к выполнению разделов пояснительной записки

1 При оформлении различных расчетов, например, коэффициентов уточнения, операционных размеров, режимов резания, норм времени, координат опорных точек необходимо сократить объем приводимых в пояснительной записке вычислений, ограничившись подробным расчетом по двум – трем примерам, результаты остальных вычислений рекомендуется представлять в виде итоговых таблиц (ведомостей).

2 Число рабочих дней при расчете размеров партии, при проектировании цеха и при расчете технико-экономических показателей цеха должно быть одинаковым, равным 250 дням.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению дипломного проекта**

I РАСЧЁТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА (книга 1)

Титульный лист.

Задание на выполнение дипломного проекта.

Содержание.

Введение.

Содержательная часть проекта

- 1 Назначение и принцип действия изделия.
- 2 Служебное назначение, технические характеристики и технологичность детали.
- 3 Анализ существующего технологического процесса изготовления детали.
- 4 Определение типа производства и размера партии деталей.
- 5 Обоснование метода и способа получения заготовки.
- 6 Назначение методов обработки.
- 7 Выбор технологических баз.
- 8 Разработка маршрутного технологического процесса.
 - 8.1 Определение числа этапов обработки по каждой поверхности детали.
 - 8.2 Последовательность обработки поверхностей заготовки.
 - 8.3 Построение эскизного технологического маршрута.
- 9 Обоснование выбора оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструментов.
- 10 Расчёт операционных размеров.
 - 10.1 Расчёт длинных размеров.
 - 10.2 Расчёт диаметральных размеров.
- 11 Расчёт режимов резания.
- 12 Нормирование операций.
- 13 Разработка карты наладки или расчётно-технологической карты (РТК) на одну из операций.
- 14 Проектирование специального приспособления.
 - 14.1 Исходные данные для проектирования.
 - 14.2 Принципиальная схема приспособления.
 - 14.3 Расчётная сила закрепления с определением характеристик силового привода.
 - 14.4 Расчёт приспособления на точность.
 - 14.5 Описание работы спроектированного приспособления.
- 15 Проектирование специального контрольного приспособления.
 - 15.1 Исходные данные для проектирования.
 - 15.2 Схема контроля и принципиальная схема приспособления.
 - 15.3 Расчёт приспособления на точность.
 - 15.4 Описание работы контрольного приспособления.
- 16 Организация производства в цехе, планировка и транспорт.
 - 16.1 Организационная структура цеха.
 - 16.2 Основное производство.
 - 16.3 Определение состава и численности работающих.
 - 16.4 Вспомогательные подразделения.
 - 16.5 Цеховой транспорт.

16.6 Обслуживающие помещения.

16.7 План расположения оборудования и рабочих мест на участке.

17 Экономическая часть. Расчет себестоимости изделия.

17.1 Расчет материальных затрат на одно изделие.

17.2 Расчет трудовых затрат.

17.3 Расчет среднегодовой стоимости основных средств.

17.4 Калькулирование себестоимости продукции.

17.5 Выводы и рекомендации.

18 Техника безопасности и охрана труда.

Выводы по проекту.

Список использованных источников.

Приложения (спецификации, иллюстрационные материалы и т.д.)

II ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1 Чертеж детали.

2 Чертеж заготовки.

3 Маршрутный технологический процесс (плакат).

4 Сборочный чертеж приспособления.

5 Сборочный чертеж контрольного приспособления, или контрольного инструмента.

6 Карта наладки станка или расчётно-технологическая карта (плакат).

7 План расположения оборудования и рабочих мест в цехе (участке).

III ОПЕРАЦИОННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС (книга 2)

Включает в себя весь комплект технологической документации на разработанный технологический процесс изготовления детали в соответствии с ЕСТД ГОСТ 3.1117-81, 3.1118-82, 3.1418-82.

Введение

Введение должно быть увязано с темой содержания дипломного проекта. Следует отразить основные направления в развитии технологии машиностроения, в частности повышения производительности труда, снижения себестоимости, применение передовых методов обработки деталей машин современной организации производства, безотходных технологий и т.д.

Назначение и принцип действия изделия.

ГОСТ 2.101–68 «ЕСКД. Виды изделий» определяет, что изделием называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению их на предприятии.

Любое изделие создается при осуществлении технологического процесса для удовлетворения той или иной потребности человека. Отсюда вытекает назначение изделия. Созданию изделия должны предшествовать глубокое изучение задач, для решения которых оно создается, и точная формулировка служебного назначения изделия.

Под служебным назначением изделия (машины) понимается максимально уточненная и четко сформулированная задача, для решения которой предназначается изделие (машина). Следует подчеркнуть особую значимость точности формулирования служебного назначения изделия в формировании его качества. Служебное назначение должно отражать, в первую очередь, общественную необходимость в том или ином изделии (машине). Оно должно учитывать уровень и состояние научно-технических разработок в данной конкретной области. Ошибку на любом этапе жизненного цикла изделия можно исправить, ошибку в формулировании служебного назначения исправить нельзя. А ведь качество создаваемого продукта зависит, прежде всего, от качества документа, который мы называем «служебным назначением».

В рассматриваемом разделе студент должен описать назначение изделия и его принцип действия, разъяснить взаимодействие деталей.

Выполнение данного раздела необходимо для творческого понимания функций детали, технологический процесс на которую необходимо разработать в соответствии с заданием. Технические характеристики изделия (сборочной единицы) предъявляют требования к служебному назначению детали и к ее техническим параметрам.

Служебное назначение, технические характеристики и технологичность детали.

В процессе проектирования студент должен ознакомиться с конструкцией детали, ее назначением и условиями работы в узле или механизме. Все эти вопросы должны быть изложены в рассматриваемом разделе пояснительной записки.

Для технически грамотного и обоснованного изложения этого раздела необходимо изучить сборочные чертежи изделия, дать описание назначения самой детали, основных ее поверхностей и влияния их взаимного расположения, точности и шероховатости поверхности на качество работы механизма, для которого изготавливается деталь.

В этом пункте требуется представить функциональные характеристики поверхностей детали, указать ее основные и вспомогательные конструкторские базы, а также свободные поверхности. Студенту следует проанализировать влияние точностных показателей (точности размеров, пространственных отклонений, макро- и микрогеометрии) поверхностей детали на качество работы изделия, в которое входит рассматриваемая деталь.

Из описания назначения и конструкции детали должно быть ясно, какие поверхности и размеры имеют основное, решающее значение для служебного назначения детали и какие – второстепенное.

Приводятся группа и марка материала детали, его химический состав. На основании справочной литературы указываются физико-механические характеристики материала, возможные методы термической обработки, анализируются свойства материала (литейные свойства, деформируемость и др.).

Оценивается производственная технологичность конструкции детали. Для этого необходимо выполнить анализ последней с позиций возможности ее обработки лезвийным и абразивным инструментом. Таким образом, технологичность детали оценивается с точки зрения производственного процесса ее изготовления (простота, удобство обработки, величины точностных показателей, расположение поверхностей и др.). По результатам проведенного анализа могут быть внесены изменения в чертеж детали для улучшения технологичности ее конструкции.

Анализ существующего технологического процесса изготовления детали.

Проанализировав аналоговый технологический процесс изготовления детали, выявить недостатки, такие как:

- завышение норм времени на операции;
- существует ряд операций, объединив которые, можно получить экономию времени на обработку и повысить точность изготовления детали за счет исключения переустановок;
- назначены слишком большие припуски на механическую обработку;
- коэффициент использования материала заготовки в исходном технологическом процессе слишком мал.

И предложить свои изменения для устранения вышеуказанных недостатков:

- пересчет режимов резания, норм времени;
- применение метода концентрации операций, который ведет к снижению затрат времени на установку и снятие детали;
- расчет операционных размеров методом графов позволит спроектировать заготовку детали таким образом, чтобы минимизировать припуски под механическую обработку;
- применение нового спроектированного механизированного приспособления удастся значительно уменьшить вспомогательное время на операцию;
- применение новой заготовки приведет к существенному снижению материала.
- применения станков с ЧПУ и быстродействующие и переналаживаемые приспособления.

Определение типа производства и размера партии деталей.

Данный пункт представлен в тематических указаниях по выполнению курсового проекта.

Размер производственного задания в количественном натуральном выражении определяет тип производства и оказывает решающее влияние на характер построения технологического процесса, на выбор оборудования и оснастки, на организацию производства. Учитывая эти обстоятельства необходимо, прежде чем приступить к разработке технологического процесса, установить тип производства, который соответствует годовой программе.

Тип производства – это классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска изделий. В зависимости от величины программы и характеристики выпускаемой продукции различают единичное, серийное и массовое производства.

Под единичным производством понимают изготовление машин (изделий), характеризующееся малым объемом выпуска одинаковых машин (изделий), повторное изготовление и ремонт которых, как правило, не предусматривается. Продукция единичного производства – опытные образцы, тяжелые прессы, уникальные станки и т. п.

Под серийным производством понимают изготовление или ремонт изделий периодически повторяющимися партиями по неизменным чертежам в течение продолжительного промежутка календарного времени. Различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производства.

Продукция серийного производства – станки, компрессоры, судовые двигатели и т. п. – выполняется периодически повторяющимися партиями.

Под массовым производством понимают непрерывное изготовление или ремонт изделий в больших объемах по неизменным чертежам продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна и та же операция. Продукция массового производства – автомобили, холодильники, часы, телевизоры, и т.п.

На первом этапе проектирования тип производства ориентировочно может быть определен в зависимости от массы детали и объема производства по табл. 1 [1].

Таблица 1

Определение типа производства [1]

Тип производства	Годовой объем производства деталей одного наименования, шт.		
	Тяжелых (крупных) массой свыше 30 кг	Средних массой до 30 кг	Легких (мелких) массой до 6 кг
единичное	До 5	До 10	До 100
мелкосерийное	6-100	11-200	101-500
среднесерийное	101-300	201-1000	501-5000
крупносерийное	301-1000	1001-5000	5001-50000
массовое	Свыше 1000	Свыше 5000	Свыше 50000

Студент должен определить годовую программу изготовления деталей в штуках с учетом запасных частей и возможных потерь по формуле [1, 2, 3]:

$$P = P_1 \cdot m \left(1 + \frac{\beta}{100} \right), \quad (1)$$

где P_1 – объем производства деталей, шт./год;

m – количество деталей данного наименования;

β - количество дополнительно изготавливаемых деталей для запасных частей и для восполнения возможных потерь в процентах ($\beta = 5 \dots 7 \%$).

Для условий серийного производства количество деталей в партии для одновременного запуска допускается определять по следующей упрощенной формуле [1, 2, 3]:

$$n = \frac{P \cdot \alpha}{F}, \quad (2)$$

где α - число дней, на которые необходимо иметь запас деталей на складе (для обеспечения сборки, рекомендуется принимать $\alpha = 10$);

F - число рабочих дней в году (можно принимать $F = 240$).

В зависимости от размеров партии в рамках серийного производства

различают:

- мелкосерийное производство (при количестве изделий в партии до 25 шт.);
- среднесерийное производство (при количестве изделий в партии от 25 до 200 шт.);
- крупносерийное производство (при количестве изделий в партии более 200 шт.).

Обоснование метода и способа получения заготовки.

Выбор метода получения заготовки производится путём сравнения различных показателей, главными из которых являются себестоимость заготовок, полученных различными методами (не менее 2).

Правильный выбор заготовки оказывает непосредственное влияние на возможность рационального построения технологического процесса изготовления, как отдельных деталей, так и машины в целом, способствует снижению удельной металлоемкости машин и уменьшению отходов.

Наиболее распространенные в машиностроении методы получения заготовок (литье, штамповка и др.) могут быть реализованы разными способами (литье в кокиль, литье по выплавляемым моделям; штамповка на КГШП, штамповка на ГКМ и т. д.), выбор которых требует технико-экономического обоснования.

В рамках курсовой работы студент должен осуществить двухэтапный выбор способа получения заготовки. На первом этапе производится предварительная качественная оценка методов и способов получения заготовки. На втором этапе – два-три преимущественных способа сравниваются по экономической эффективности, таким образом, выбирается оптимальный способ.

Основными факторами, определяющими выбор метода и способа получения заготовок, являются нижеследующие.

1. Форма и размеры заготовки. Наиболее сложные по конфигурации заготовки получают различными способами литья. Для заготовок, получаемых методом пластического деформирования характерна более простая конфигурация, отсутствие отверстий и полостей. Для самых простых по форме деталей заготовкой является металлургический прокат в виде прутков различного сечения и труб, а также прокат периодического сечения, изготавливаемого на специализированном оборудовании.

2. Точность формы, размеров и качество поверхностного слоя заготовок.

Требуемая точность геометрических форм и размеров заготовок существенно влияет на их себестоимость. Чем выше требования к точности отливок, штамповок и других заготовок, тем выше стоимость их изготовления. Это определяется главным образом увеличением стоимости формообразующей оснастки (модели, штампы, пресс-формы), уменьшением допуска на ее износ, применением оборудования с более высокими параметрами точности (и, следовательно, более дорогого), увеличением расходов на его содержание и эксплуатацию.

Качество поверхностного слоя заготовки сказывается на возможности ее последующей обработки и на эксплуатационных свойствах детали, таких как усталостная прочность, износостойкость и др. Оно формируется практически на всех стадиях изготовления заготовки. Технологический процесс определяет не только микрогеометрию поверхности, но и физико-механические свойства поверхностного слоя.

3. Технологические свойства материала. Методы получения заготовок накладывают вполне определенные ограничения на использование тех или иных конструкционных материалов, которые определяются по достаточности литейных свойств, пластичности,

свариваемости и других характеристик. При наличии достаточного комплекса всех этих свойств у материала его выходные механические характеристики могут сильно различаться у заготовок, полученными всеми возможными методами. Так, известно, что литые заготовки имеют крупнозернистое строение, неоднородность механических свойств и химического состава по сечению отливки. Пластически деформированный металл обладает ярко выраженной текстурой в виде волокнистого строения мелких зерен; анизотропией механических свойств в зависимости от направления волокон; наклепом. В целом же, пластически деформированные заготовки обладают более высокими прочностными свойствами по сравнению с литыми.

4. Объем выпуска продукции. Количество предполагаемых к изготовлению изделий определяет выбор способа изготовления заготовок, поскольку наиболее технически и экономически совершенные способы требуют больших начальных затрат на приобретение оборудования и технологической оснастки. С увеличением количества выпускаемых изделий удельные затраты на единицу продукции снижаются и возможно использование более прогрессивных способов получения заготовок.

5. Производственные возможности предприятия. Наличие технической базы позволяет организовать выпуск новой продукции с минимальными затратами времени на подготовку и освоение производства. Поэтому, проектирование нового технологического процесса необходимо увязывать с возможностями действующего производства, загрузкой его оборудования. В то же время, при ориентации на использование новых способов получения заготовок необходима тщательная технологическая подготовка производства, приобретение и изготовление нового оборудования и оснастки, что существенно удлиняет сроки подготовки производства. В рамках курсового проекта отсутствует привязка к конкретному предприятию, поэтому при выборе метода и способа получения заготовки данный критерий можно не учитывать.

6. Сроки освоения производства.

Данный критерий характеризует промежуток времени, необходимый предприятию на освоение нового для себя способа получения заготовок. Сроки освоения производства определяются сложностью изготавливаемого изделия, характером применяемых технологических процессов и типом производства. Чем больше количество и сложность используемого оборудования и оснастки, тем больше сроки освоения производства. Предварительно выбор заготовки может быть осуществлен на основе комплексного анализа указанных выше факторов с помощью матрицы их влияния (табл. 2) [4, 5].

Оценка осуществляется путем суммирования баллов, присвоенных каждому из возможных способов получения заготовки по перечисленным выше факторам. Возможность использования того или иного способа по конкретному фактору оценивается знаками плюс «+» или минус «-». Лучшим является способ, набравший наибольшее число баллов. Анализ матрицы, представленной в табл. 2, показал, что равное наибольшее количество баллов (4) набрали три способа получения заготовок.

Однако отсутствие необходимых технологических свойств материала для использования метода литья ограничивает этот выбор до двух способов штамповки. Качественное сравнение этих вариантов не дает явного преимущества тому или иному способу, поэтому необходимо укрупненное проектирование обеих заготовок и технологических маршрутов их обработки.

На втором этапе выбора способа получения заготовки производим укрупненный расчет себестоимости способов, набравших наибольшее количество баллов при качественном сравнении.

Матрица влияния факторов (пример) [4, 5]

Таблица 2

Методы и способы получения заготовки	Факторы выбора метода и способа получения заготовки					Сума факторов
	Форма и размеры заготовок	Точность, формы, размер	Технологические свойства	Объем выпуска продукции	Сроки освоения произво	
<i>Литье:</i>						
под давлением	+	+	-	-	-	2
по выплавляемым моделям	+	+		+	+	4
в кокиль	+	+	-	+	-	3
<i>Ковка</i>	+	-	+	-	+	3
<i>Штамповка:</i>						
На молотах	+	-	+	+	+	4
На ГКМ	+	+	+	+	-	4

Себестоимость заготовки из проката упрощенно можно определить по затратам на материал, необходимого для ее получения. Затраты на материал определяются по массе проката, требующегося на изготовление детали, и массе сдаваемой стружки. При этом необходимо учитывать стандартную длину прутков и отходы в результате некратности длины заготовок этой стандартной длине [6]:

$$M = \left[QS - (Q - q) \frac{S_{отх}}{1000} \right] \cdot k_{инф}, \quad (3)$$

где Q – масса заготовки, кг; S – цена 1 кг материала заготовки, р.;

q – масса готовой детали, кг;

S_{отх} – цена 1 т отходов, р.;

k_{инф} – инфляционный коэффициент, необходимый для приведения уровня цен к современным условиям (применительно к 2009 – 2010 гг. k_{инф} = 100, его величина может корректироваться руководителем курсовой работы).

Стоимость некоторых металлов и заготовительные цены на стружку черных и цветных металлов приводятся в табл. 1 и 2 приложения В.

Стоимость заготовок, получаемых такими способами, как литье в обычные земляные формы и кокиль, литье по выплавляемым моделям, литье под давлением; горячая штамповка на молотах, прессах, ГКМ, КГШП, а также электровысадкой, можно с достаточной для курсовой работы точностью определить по формуле [3]:

$$S_{заг} = \left[\left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_v \cdot k_m \cdot k_n \right) - (Q - q) \frac{S_{отх}}{1000} \right] \cdot k_{инф}, \quad (4)$$

где C_i – базовая стоимость 1 т заготовок, р.;

k_т, k_с, k_в, k_м, k_п, – коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства заготовок.

Для отливок, полученных литьем в песчано-глинистые формы и кокили, рекомендуется пользоваться нижеприведенными данными [3].

Базовая стоимость 1 т отливок $C_1 = 360$ р. (отливки из серого чугуна марок СЧ10; СЧ15; СЧ18 массой 1 – 3 кг, 3-го класса точности по ГОСТ 26645–85 [6], 3-й группы сложности и 3-й группы серийности). Коэффициенты выбираются по следующим данным [3].

В зависимости от точности отливок значения коэффициента k_T :

для отливок из черных металлов:

1-й класс точности $k_T = 1,1$;

2-й класс точности $k_T = 1,05$;

3-й класс точности $k_T = 1,0$;

для отливок из цветных металлов:

4-й класс точности $k_T = 1,1$;

5-й класс точности $k_T = 1,05$;

6-й класс точности $k_T = 1,1$.

В зависимости от марки материала значения коэффициента k_M следующие:

для чугуна:

СЧ10, СЧ15, СЧ18-1, СЧ20, СЧ25, СЧ30 $k_M = 1,04$;

СЧ35, СЧ40, СЧ45 $k_M = 1,08$; 17

ВЧ45-5, ВЧ50-2 $k_M = 1,19$;

КЧ30-6, КЧ33-8, КЧ35-10 $k_M = 1,12$;

для стали:

углеродистой $k_M = 1,22$;

низколегированной $k_M = 1,26$;

легированной $k_M = 1,93$;

для сплавов цветных металлов:

алюминиевых $k_M = 5,94$;

медноцинковых $k_M = 5,53$;

бронзы оловянисто-свинцовой $k_M = 1,04$;

Коэффициенты, зависящие от группы сложности отливок k_C , массы отливок k_B и объема производства k_P определяются по табл. 3 Приложения В.

Для определения коэффициента k_P необходимо сначала установить группу серийности по табл. 4 Приложения В, затем на основании группы серийности по табл. 3 Приложения В найти значения k_P .

Для отливок, полученных литьем по выплавляемым моделям, за базовую принята стоимость 1 т. $C_2 = 1985$ р. (отливки из углеродистой стали массой 0,1 – 0,2 кг, 3-й группы сложности, 2-й группы серийности) [3].

Коэффициенты выбираются по следующим данным [3]:

а) независимо от точности отливок коэффициента k_m равен 1.

б) в зависимости от материала отливок значения коэффициента k_m следующие:

для стали:

углеродистой – 1,

низколегированной – 1,08,

высоколегированной – 1,1;

медных сплавов – 2,44;

бронзы:

безоловянистой – 2,11,

оловянистой – 2,4.

Коэффициенты, зависящие от группы сложности отливок k_c и массы k_v , принимаются по табл. 5 Приложения В.

Коэффициент k_n для отливок, получаемых по выплавляемым моделям, определяется независимо от марки материала отливки. Группа серийности, на основании которой выбираются значения коэффициента k_n приведена в табл. 4 Приложения В.

Значения коэффициента k_n в зависимости от группы серийности составляют:

1-я группа серийности – 0,83;

2-я группа серийности – 1;

3-я группа серийности – 1,23.

Для отливок, полученных литьем под давлением, в качестве базовой принята стоимость 1 т отливок $C_3 = 1265$ р. (отливки из алюминиевых сплавов, массой 0,1 – 0,2 кг, 3-й группы сложности, 2-й группы серийности) [3].

Коэффициенты выбираются по следующим данным [3]:

а) независимо от класса точности значения коэффициента k_m принимают равными 1;

б) в зависимости от материала отливок коэффициент k_m принимается:

для алюминиевых сплавов – 1; медных – 1,11; цинковых – 1,29.

Значения коэффициентов k_c , k_v и k_n для отливок, полученных литьем под давлением, приведены в табл. 6 Приложения В. Группа серийности принимается по табл. 4 Приложения В.

Отливки к той или иной группе сложности можно отнести по следующим признакам.

I группа – удлиненные детали типа тел вращения, которые можно отливать не только стационарным, но и центробежным способом. К ним относятся простые и биметаллические вкладыши, некоторые втулки и гильзы, трубы, цилиндры, некоторые типы шпинделей с фланцами, коленчатые и распределительные валы и др. Отношение длины к диаметру у таких деталей больше единицы.

II группа – детали типа дисков: маховики и основные диски муфт сцепления, шкивы, диски, корпуса подшипников.

III группа – простые по конфигурации коробчатые плоские детали, для формовки которых не требуется большого количества стержней. К этой группе относятся передние, боковые и нижние крышки двигателей; крышки коробок скоростей, передних бабок и других корпусных деталей; суппорты станков; кронштейны; планки; вилки; рычаги.

IV группа – закрытые корпусные детали коробчатого типа, внутри которых монтируются механизмы машин. Это – блоки и головки цилиндров автомобильных, тракторных и других двигателей; корпуса коробок передач; картеры двигателей; корпуса мостов автомобилей и тракторов; картеры рулевого управления; передние бабки, коробки подач и фартуки токарных станков, коробки скоростей и подач сверлильных станков и другие детали сложной формы, для изготовления которых требуется значительное количество стержней при формовке.

V группа – крупные и тяжелые коробчатые детали, на которых обычно монтируются узлы и механизмы машин. К ним можно отнести коробчатые литые рамы тракторов и сельскохозяйственных машин, станины металлорежущих станков и литейных машин,

а также прессов, компрессоров и др. Внутри таких деталей обычно не монтируются какие-либо механизмы, т. е. они служат как несущие конструкции.

Стоимость горячештампованных заготовок (полученных на молотах, прессах, горизонтально-ковочных машинах (ГКМ), кривошипных горячештамповочных прессах (КГШП) и электровысадкой) определяется

следующим образом. За базу принимается стоимость 1 т штампов С 4 = 373 р. (штамповки из конструкционной углеродистой стали массой 2,5 – 4 кг, класса точности Т4 по ГОСТ 7505-89 [14], 3-й группы (степени) сложности, 2-й группы серийности) [6].

Коэффициенты выбираются по следующим данным [6]:

а) в зависимости от класса точности штампов по ГОСТ 7505-89 [7]

значения коэффициента k_t принимаются:

классы точности Т1, Т2 – 1,1;

класс точности Т3 – 1,05;

классы точности Т4, Т5 – 1,0;

б) в зависимости от марки материала штамповки значения коэффициента k_m составляют:

для углеродистых сталей 08...85 – 1;

сталей 15Х...50Х – 1,13;

сталей 18ХГТ...30ХГТ – 1,21;

стали ШХ15 – 1,77;

сталей 12ХНЗА...30ХНЗА – 1,79.

Значения коэффициентов k_c и k_b приведены в табл. 7 Приложения В.

Коэффициент k_n определяется из условия: если объем производства заготовок больше значений, указанных в табл. 8 приложения В, принимают

$k_n = 0,8$, в остальных случаях $k_n = 1,0$. Группа (степень) сложности определяется по ГОСТ 7505-89 [7].

Так же можно использовать сравнительный анализ коэффициентов использования материала.

$$K_{им} = \frac{D_d}{D_3}, \text{ где}$$

$K_{им}$ - коэффициент использования материала;

D_d - масса готовой детали, кг;

D_3 - масса заготовки, кг.

Подробно методика выбора метода получения заготовки, определение припусков, размеров, массы, себестоимости заготовки приводится в методических указаниях [7] и [3].

Назначение методов обработки.

Задачей данного раздела дипломного проекта является создание плана обработки поверхностей детали: выбор таких методов и средств их обработки, которые позволили бы экономичным путем превратить заготовку в деталь и обеспечить при этом требуемое качество по всем показателям.

Выявление необходимого набора методов обработки по каждой поверхности детали относится к многовариантным задачам и предшествует

этапу проектирования маршрутного технологического процесса изготовления детали.

На выбор методов обработки влияют нижеследующие факторы.

1. Требования к качеству, которым должна отвечать готовая деталь.

2. Качество заготовки.

3. Количество деталей, подлежащих изготовлению в единицу времени и по неизменяемому чертежу.

4. Техничко-экономические показатели, характеризующие каждый метод обработки.

Выбор методов обработки производится по направлению от детали к заготовке. С использованием таблиц экономической точности (табл. 1

Приложения Г) по каждой поверхности детали назначается набор методов обработки, исходя из коэффициентов уточнения.

Коэффициент уточнения – отношение допуска на размер заготовки к допуску на соответствующий размер готовой детали [1, 8, 9]

Рассмотрим назначение методов обработки для обеспечения требуемой точности поверхности детали А [8]. Пусть требуется изготовить партию валиков, погрешность наружных диаметров которых должна находиться в пределах допуска $TA_{\text{дем}} = 2$ мкм.

В качестве заготовки примем калиброванный пруток с допуском на диаметральный размер $TA_{\text{заг}} = 280$ мкм.

Устанавливаем общий расчетный коэффициент уточнения ξ :

$$\xi = \frac{TA_{\text{заг}}}{TA_{\text{дем}}} = \frac{280}{2} = 140.$$

Технологические системы, способные обеспечить уточнения в 140 раз, отсутствуют, поэтому возникает необходимость в нескольких технологических переходах.

В качестве финишного метода обработки выбираем притирку, которая способна обеспечить погрешность обработки в пределах 2 мкм. Тогда, с учетом того, что $TA_1 = TA_{\text{дем}}$, а допуск TA_2 на операцию, предшествующую притирке (предварительную притирку), составляет 15 мкм, коэффициент уточнения данной операции составит:

$$\xi_1 = \frac{TA_2}{TA_1} = \frac{TA_2}{TA_{\text{дем}}} = \frac{15}{2} = 7,5.$$

Для поиска остальных методов находим их суммарное уточнение:

$$\xi_{2,3} = \frac{\xi_0}{\xi_1} = \frac{140}{7,5} = 18,6.$$

Бесцентровое шлифование по таблицам точности методов обработки обеспечивает точность диаметра в пределах 100 мкм. Отсюда получим:

$$\xi_3 = \frac{280}{100} = 2,8.$$

Следовательно, между притиркой и бесцентровым шлифованием необходимо ввести еще один технологический переход – предварительную притирку с уточнением ξ_2 :

$$\xi_2 = \frac{\xi_{2,3}}{\xi_3} = \frac{18,6}{2,8} = 6,8.$$

Это возможно при условии, если заготовки, поступающие на предварительную притирку, имеют отклонение по диаметральному размеру не более 100 мкм, что обеспечивается предшествующим бесцентровым шлифованием.

Таким образом, для достижения заданной точности валиков необходимо применить три метода обработки: бесцентровое шлифование, предварительную притирку и окончательную притирку, которые обеспечат требуемое уточнение:

$$\xi = \xi_3 \cdot \xi_2 \cdot \xi_1 = 2,8 \cdot 6,8 \cdot 7,5 = 142,8.$$

Из приведенного примера видна связь между технологическими переходами и обоснованность их последовательности при достижении точности диаметра поверхности А валика [8].

Аналогичным образом нужно произвести расчет коэффициентов уточнения по величине шероховатости поверхности детали. При этом следует иметь в виду, что, если коэффициент уточнения по шероховатости поверхности больше, чем коэффициент уточнения по точности размера, то набор необходимых методов обработки следует производить по шероховатости поверхности детали.

Направление расчета и нумерация переходов при составлении плана обработки идет от готовой детали к заготовке.

Значения коэффициентов уточнения должны быть больше единицы.

Однако для термической обработки, операций нанесения гальванических покрытий и т. п. значения коэффициентов уточнения меньше единицы, так как эти виды обработки снижают точность детали.

Обоснованный расчет или назначение набора методов обработки по каждой поверхности детали с использованием таблиц экономической точности позволит спроектировать технологический процесс изготовления детали с учетом экономической эффективности методов обработки.

Необходимо отметить, что проектирование плана обработки поверхностей имеет направленность от детали к заготовке. При изготовлении детали процесс обратный – от заготовки к детали.

Выбор технологических баз.

На основе анализа чертежей детали и заготовки необходимо предварительно определить возможные схемы базирования, которые могут быть уточнены в дальнейшем при разработке маршрутного технологического процесса.

Базирование – придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат.

Опорная точка – точка, символизирующая одну из связей заготовки или изделия с выбранной системой координат.

Базой называется поверхность или выполняющее эту функцию сочетание поверхностей, ось, точка, принадлежащая заготовке или изделию и используемая для базирования.

Комплект баз – совокупность трех баз, образующих систему координат заготовки или изделия.

Базы классифицируют по назначению, лишаемым степеням свободы и характеру проявления (рис. 1) [10].

Конструкторская база – база, используемая для определения положения детали или сборочной единицы в изделии.

Основная база – конструкторская база, принадлежащая данной детали или сборочной единице и используемая для определения ее положения в изделии.

Вспомогательная база – конструкторская база, принадлежащая данной детали или сборочной единице и используемая для определения положения присоединяемых деталей (сборочных единиц) относительно данной детали (сборочной единицы).

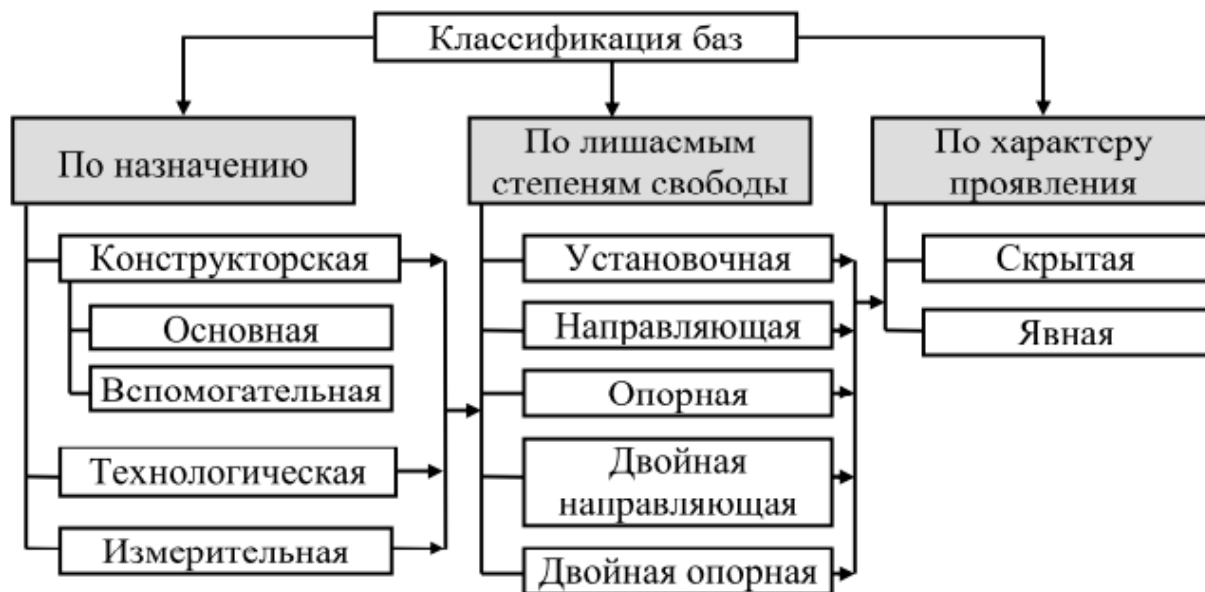


Рис. 1. Классификация баз

Технологическая база – база, используемая для определения относительного положения заготовки (изделия) в процессе изготовления или ремонта.

Измерительная база – база, используемая для определения относительного положения заготовки или детали и средств измерения.

Основными и вспомогательными могут быть только конструкторские базы. В то же время основная конструкторская база может являться измерительной или технологической.

Установочная база – база, лишасющая заготовку (изделие) 3-х степеней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси и поворотов вокруг двух других осей.

Направляющая база – база, лишасющая заготовку (изделие) двух степеней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси и поворота вокруг другой.

Опорная база – база, лишасющая заготовку (изделие) одной степени свободы – перемещения вдоль одной координатной оси или поворота вокруг оси.

Двойная направляющая база – база, лишасющая заготовку (изделие) четырех степеней свободы – перемещения вдоль двух координатных осей и поворотов вокруг этих осей.

Двойная опорная база – база, лишасющая заготовку (изделие) двух степеней свободы – перемещений вдоль двух координатных осей.

Явная база – база заготовки (изделия) в виде реальной поверхности, разметочной риски или точки пересечения рисок.

Скрытая база – база заготовки или изделия в виде воображаемой плоскости, оси или точки.

Полное и краткое наименование баз по нескольким классификационным признакам ведется в следующем порядке: по назначению, по лишасмым степеням свободы, по характеру проявления. Например, «технологическая направляющая скрытая база», «измерительная опорная явная база», «конструкторская основная установочная явная база» и т.д.

При выборе технологических баз необходимо руководствоваться следующими правилами.

1. В качестве технологической базы желательно выбирать конструкторскую базу.

2. На первой операции технологическую базу следует выбирать с учетом решения одной из двух задач: равномерного распределения припуска между обрабатываемыми поверхностями детали или обеспечения размерной связи между поверхностями, подлежащими обработке и поверхностями необрабатываемыми.
3. В качестве установочной технологической базы следует выбирать поверхность, имеющую наибольшую протяженность в 2-х взаимно перпендикулярных направлениях.
4. В качестве направляющей технологической базы необходимо выбирать поверхность, имеющую наибольшую протяженность в одном направлении.
5. В качестве опорной технологической базы необходимо выбирать поверхность, имеющую наименьшие габариты.
6. Поверхности, которые будут использованы в качестве технологической базы в дальнейшем, должны быть обработаны на первой операции, желательно за один установ детали.

Под принципом единства баз понимается использование одних и тех же поверхностей в качестве базующих на подавляющем большинстве операций технологического процесса. Классическим примером использования принципа единства баз является обработка детали в центрах, при которой на всех операциях, кроме первой, используются одни и те же базы.

Необходимо отметить, что правила выбора баз и принцип единства баз часто противоречат друг другу. Например, при обработке детали в центрах выполняется принцип единства баз, но не соблюдается правило выбора баз (конструкторская база не совпадает с технологической). В результате вместо одного размера (диаметра) необходимо выдерживать два размера (два радиуса). В зависимости от конкретных условий выполняем соответствующие требования теории базирования.

Смена баз – это преднамеренная или случайная замена одних баз другими с сохранением их принадлежности к конструкторским, технологическим или измерительным базам. Различают организованную и неорганизованную смену баз.

Под организованной (преднамеренной) сменой баз понимается такая смена, при которой соблюдаются определенные правила (пересчет размеров, увязка старой и новой базы, и т. д.). Организованная смена баз является управляемой.

Под неорганизованной (случайной) сменой баз понимается смена баз без соблюдения вышеперечисленных правил. Неорганизованная схема баз является неуправляемой.

Каждая смена баз сопровождается появлением дополнительной погрешности, так как увеличивается число звеньев в размерной цепи, появляется звено, которое «связывает» вновь избранную базу с предыдущей.

Поэтому необходимо стремиться к тому, чтобы все поверхности заготовки обрабатывались от одних и тех же технологических баз, т. е. соблюдался принцип единства баз.

Схема базирования – схема расположения опорных точек на базах заготовки или изделия. На рис. 1 – 11 Приложения Д приведены типовые схемы базирования и установки деталей [9].

При составлении схем базирования необходимо соблюдать следующие правила.

1. Все опорные точки на схеме базирования изображают условными обозначениями (рис. 2) и нумеруют порядковыми номерами, начиная с базы, на которой располагается наибольшее количество опорных точек. В

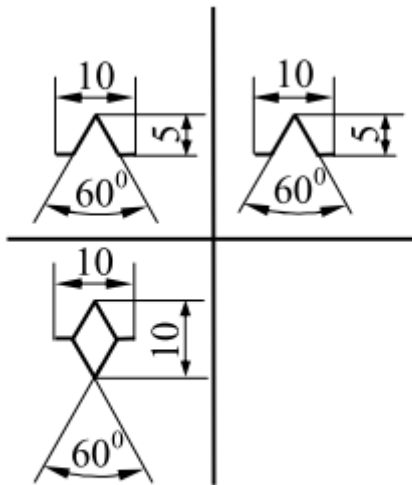


Рис.2 . Условное обозначение опорной точки

качестве примера на рис. 3 представлена схема базирования призматической детали.

2. При наложении в какой-либо проекции одной опорной точки на другую изображается одна точка и около нее проставляются номера совмещенных или совпавших точек (например, на рис. 3 точки 1 и 3, 4 и 5 на виде слева).

3. Число проекций заготовки или изделия на схеме базирования должно быть достаточным для четкого представления о расположении опорных точек.

В рассматриваемом разделе пояснительной записки необходимо привести схемы базирования с указанием названий технологических баз и лишаемых степеней свободы.

Так, например, на рис. 3:

- 1, 2, 3 – установочная явная база, лишает деталь 3-х степеней свободы (перемещений вдоль оси OY и вращений вокруг осей OX и OZ);
- 4, 5 – направляющая явная база, лишает деталь 2-х степеней свободы (перемещений вдоль оси OZ и вращений вокруг оси OY);
- 6 – опорная явная база, лишает деталь 1 степени свободы (перемещений вдоль оси OX).

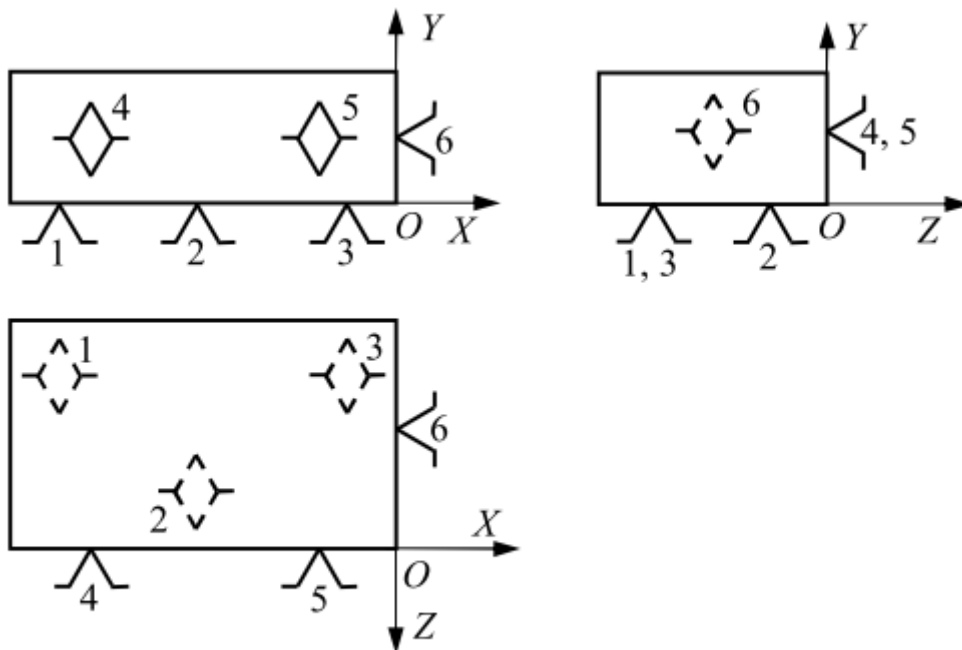


Рис. 3. Схема базирования призматической детали

Разработка маршрутного технологического процесса.

Определение числа этапов обработки по каждой поверхности детали.

На основании выбранных ранее экономически целесообразных методов обработки определяем необходимое число этапов (ступеней) обработки по каждой поверхности заготовки.

Рассмотрим основное назначение каждого из этапов обработки детали.

Черновой этап – уменьшение и равномерное распределение припуска на последующую обработку; удаление поверхностных дефектов с заготовки; сравнительно невысокая точность обработки; высокопроизводительное оборудование.

Чистовой этап – обеспечение минимальных припусков под окончательные операции; режимы резания менее напряженные, чем при черновом этапе, оборудование более точное.

Окончательный этап – получение требуемой точности детали и качества поверхностного слоя; режимы резания, технологическое оборудование и оснастка назначаются с учетом обеспечения требований конструкторской документации.

Отделочный этап – обеспечение требуемого качества поверхностного слоя детали, если оно не было достигнуто на окончательном этапе из-за невозможности или экономической нецелесообразности; например такие методы обработки как суперфиниш, притирка, хонингование и т. п.

Следует отметить, что набор этапов обработки и их совместное применение не является строго обязательным, и определяется в каждом конкретном случае техническими требованиями к показателям качества изготавливаемой детали, способом получения заготовки, материалом детали, программой выпуска, типом производства.

Последовательность обработки поверхностей заготовки.

В разделе 6 были выявлены сочетания методов обработки по каждой поверхности детали, причем их выбор происходил в направлении от детали к заготовке.

В данном подразделе следует произвести переориентацию выбранных выше методов обработки (с учетом ее этапов (стадий), сформированных в подразделе 7.1) в направлении от заготовки к детали.

На основании выбранных ранее методов обработки, а также ее этапов (стадий) и последовательности составляется принципиальная схема обработки заготовки. Данная схема является основанием для разработки эскизного технологического маршрута и включает в себя последовательность операций в направлении от заготовки к готовой детали. Наименования операций следует выбирать в соответствии с табл. 1 Приложения Е.

Схема начинается с заготовки (с указанием метода и способа ее получения) и заканчивается деталью; даются пояснения к схеме, разъясняющие ее элементы.

Построение эскизного технологического маршрута.

Эскизный технологический маршрут включает наименования операций, операционные эскизы с указанием схем базирования, операционных размеров и шероховатостей обрабатываемых поверхностей. Обрабатываемые поверхности в обязательном порядке выделяются цветом. По каждой операции указывается применяемое оборудование.

Построение технологического маршрута обработки во многом определяется конструктивно-технологическими особенностями детали, в т. ч. требованиями, предъявляемыми к точности ее основных и вспомогательных конструкторских баз. Выбор

маршрута обработки существенно зависит от типа производства, уровня автоматизации и применяемого оборудования.

При проектировании технологических процессов используют два взаимоисключающих принципа: принцип концентраций технологических переходов, принцип дифференциации переходов.

Принцип концентрации технологических переходов – сосредоточении в одной операции выполнения большого числа технологических переходов по обработке разных поверхностей детали (единичное и серийное производство).

Принцип дифференциации – разукрупнение переходов вплоть до соответствия одной операции одному технологическому переходу (массовое производство).

На построение технологического процесса изготовления детали помимо выше названных факторов оказывают влияние:

- цель и место проведения термической, химико-термической обработки;
- гальванические и лакокрасочные покрытия и правила подготовки поверхностей к их проведению;
- электрофизические и электрохимические методы обработки и др.

При разработке эскизного технологического маршрута следует руководствоваться рекомендациями [1, 8, 11, 12].

1. На первых операциях целесообразно обрабатывать поверхности, которые в дальнейшем будут базовыми.
2. Последовательность обработки определяется выявленными ранее этапами (стадиями) обработки.
3. При невысокой точности исходной заготовки технологический процесс следует начинать с предварительной обработки поверхностей, имеющих наибольшие припуски. Это необходимо для раннего выявления литейных и других дефектов (раковины, трещины) и отсеивания брака. В дальнейшем обрабатывают менее точные, а затем и более точные поверхности.
4. Операции обработки поверхностей, имеющих второстепенное значение и не влияющих на точность основных размеров детали, как правило, выполняют в конце технологического процесса до операций окончательной обработки ответственных поверхностей.
5. Легко повреждаемые поверхности (наружные резьбы, шлифованные поверхности) обрабатывают на заключительном этапе технологического процесса.
6. В наиболее ответственных случаях после предварительных операций проводят естественное или искусственное старение, во время которого происходит релаксация остаточных напряжений.
7. На стадиях окончательной обработки устраняют погрешности, возникающие при предварительной обработке, и обеспечивают требуемые точность и качество поверхностного слоя детали.
8. При обработке достаточно жестких заготовок, имеющих сравнительно небольшие обрабатываемые поверхности, технологический процесс можно построить по принципу концентрации операций (без разделения на предварительные и окончательные). В этом случае первую операцию следует сделать наиболее концентрированной (т. е. содержащей максимально возможное число технологических переходов).

9. В условиях единичного производства, как правило, используют универсальные станки, операции стремятся делать максимально концентрированными. При серийном производстве применяют универсальные станки, станки с ЧПУ, агрегатные станки (в зависимости от размеров серии, масштаба выпуска и условий производства). Перспективным в серийном производстве является применение гибких производственных систем (линий, участков, цехов), особенно при наличии условий для групповой организации производства. В массовом производстве широко используют специальное и специализированное технологическое оборудование, а также автоматические линии.

Обоснование выбора оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструментов.

При выборе станков для каждой операции необходимо руководствоваться следующими соображениями [1, 8, 11, 12].

1. Станок должен соответствовать выбранному методу обработки.
2. Станок должен обеспечить возможность обработки деталей заданного качества (точность размеров, относительного положения поверхностей, форм поверхностей, шероховатость).
3. Размеры рабочей зоны станка должны превышать габаритные размеры деталей. Например, диски больших размеров целесообразно обрабатывать на токарно-лобовых станках с короткой станиной вместо токарно-винторезных с большой длиной станины.
4. Производительность станка должна соответствовать заданной программе обрабатываемых на нем деталей.
5. Мощность станка и его кинематические возможности должны соответствовать выбранным режимам резания. В рамках курсовой работы расчет режимов резания не производится, поэтому данный критерий не может быть применен.
6. Выбор станков с ЧПУ с требуемыми технологическими возможностями.

Для установки обрабатываемых деталей на металлорежущем оборудовании применяют различные приспособления.

С технологической точки зрения все приспособления можно разбить на две основные группы:

- универсальные приспособления;
- специальные приспособления.

Универсальными называются приспособления, применение которых не ограничивается отдельными операциями или деталями. Специальными называются такие приспособления, которые используются только лишь на определенных конкретных деталях и операциях. Выбираемое приспособление должно соответствовать схеме базирования детали на операции технологического процесса.

В технологии машиностроения режущий инструмент можно разбить на две группы:

- 1) стандартный инструмент;
- 2) специальный инструмент.

К стандартному относится такой инструмент, который имеет стандартные размеры, стандартную конструкцию и применяется вне зависимости от конструкции деталей. Например, к стандартному режущему инструменту относятся сверла, резцы, зенкеры, развертки и др., имеющие стандартные размеры. Специальный режущий инструмент проектируют для определенных деталей с учетом специфики обрабатываемых поверхностей, например фасонные резцы, фасонные фрезы и т. д.

Метод обработки поверхности заготовки определяет группу инструмента (например, фреза). В зависимости от обрабатываемого материала и типа заготовки устанавливают подгруппу инструмента (например, фреза торцевая с твердосплавными режущими вставками). Конфигурация обрабатываемой поверхности, принятая схема установки заготовки выявляют форму и расположение режущих лезвий, что позволяет определить вид (типоразмер) режущего инструмента. Наконец, с учетом условий работы устанавливают значения конструктивных параметров режущего инструмента. Режущий инструмент целесообразно применять одной или нескольких близких марок инструментального материала с обоснованием их выбора.

Все измерительные средства, независимо от характера контролируемого параметра, делятся на две группы:

- 1) универсальные измерительные устройства и приборы (штангенинструменты, микрометрические инструменты, шкальные инструменты и приборы и т. д.);
- 2) специальные измерительные инструменты и устройства (приспособления), предназначенные для проверки правильности изготовления конкретных деталей с учетом особенностей измерений.

Кроме того, все измерительные устройства можно разграничить на две группы в зависимости от наличия или отсутствия совмещения операций обработки и контроля:

- а) средства контроля, используемые для проверки правильности выполнения операции (в отношении достижения заданных технических условий) после ее завершения;
- б) средства контроля, применяемые для проверки требуемых параметров непосредственно в процессе обработки.

Основные требования, предъявляемые к измерительным средствам:

- 1) соответствие их точности точностным показателям проверяемого элемента (рекомендуемая точность измерительного средства 10 % от допуска на контролируемый параметр);
- 2) максимальная простота конструкции и минимальная стоимость;
- 3) быстрое действие.

Специальные средства контроля быстро окупают себя в условиях крупносерийного и массового производства; в остальных случаях их применение требует экономического обоснования.

Расчёт операционных размеров.

При расчете операционных размеров считаем, что обработка производится при автоматическом получении размеров на предварительно настроенном оборудовании.

Расчет операционных размеров заключается в правильном определении величин операционных припусков и операционных допусков с учетом особенностей разработанной технологии. Он производится при полностью разработанном технологическом процессе. Если операционные размеры не обеспечивают требуемую по чертежу детали точность, то разрабатывается новый маршрут обработки, и вновь рассчитываются операционные размеры. Эти действия повторяются до тех пор, пока не будет получена требуемая по чертежу точность [2, 11, 13].

1. При расчете длинных и диаметральных операционных размеров определение минимальной величины припуска (Z_{\min}) следует производить расчетно-аналитическим методом (по методике профессора В. М. Кова-

на) (рис. 2.3).

2. При расчете длинных операционных размеров на ребрах графа размерных цепей обязательно должны быть указаны величины допусков на соответствующие им чертежные размеры, а также припуски, операционные размеры и размеры заготовки (рис. 2.6). Допуски проставляются в абсолютных величинах (без указания верхнего и нижнего отклонений).

3. Операционные размеры на соответствующие поверхности в схеме обработки, в графе производных структур, в графе размерных цепей, в ведомости расчета, на плакате маршрутного технологического процесса, в операционных картах должны совпадать (рис. 2.2, 2.4 – 2.7).

4. По графу размерных цепей необходимо осуществлять проверку обеспечения чертежных размеров (рис. 2.6).

5. Допуски на операционные размеры следует назначать «в материал» («в тело») детали.

6. Допуск на операционный размер от необработанной поверхности должен быть определен по формуле: $T_{on} = (T_{заг} + T_m) / 2$,

где $T_{заг}$ – допуск на соответствующий размер заготовки,

T_m – допуск, назначенный по таблицам экономической точности для выбранного метода обработки на рассматриваемой операции.

7. При расчете длинных и диаметральных операционных размеров распределение полей допусков на размеры заготовок (штампованных, литых) необходимо производить с учетом соответствующей оснастки.

8. При расчете диаметральных операционных размеров следует выполнять проверку на соответствие величин минимальных припусков предельным операционным размерам, т. е. проверять, учтен ли при назначении припуска допуск на операционный размер (рис. 2.13).

9. При обработке «мерным» инструментом (сверла, зенкеры, развертки, метчики и др.) размеры инструмента должны соответствовать операционным размерам.

Расчет промежуточных припусков и размеров.

Минимальный припуск определяется по формуле табл.4.2 [5] с.62, мкм:

$$2Z_{i\min} = 2 \cdot [(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}],$$

где $R_{z_{i-1}}$ – высота неровностей профиля на предшествующем переходе, определяется по справочнику [6] табл.5, для соответствующей операции;

h_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе определяется по справочнику [6] табл.5, аналогично $R_{z_{i-1}}$;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение определяем по формуле (для заготовки), мкм, определяется по формуле:

$$\rho_{дет} = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2},$$

где $\rho_{см}$ – смещение осей отливок, отверстия как в диаметральной, так и в осевом направлении, мкм.

При обработке корпусной детали с базированием ее по отверстиям с параллельными осями и плоскости, перпендикулярной к ним это смещение принимают равным допуску на смещение осей отверстий.

$$\rho_{см} = \delta$$

$\rho_{кор}$ - коробление отверстия как в диаметральном , так и в осевом направлении, мкм
[6] , с.192

$$\rho_{кор} = \Delta_{к} \cdot l ,$$

где $\Delta_{к}$ - удельная величина коробления, мкм/мм, по табл.22[6], с.192

После сверления отверстия в заготовке имеем следующее пространственное суммарное отклонение, определяется по формуле, мкм:

$$\rho_{дет} = \sqrt{(\Delta_{у} \cdot l)^2 + C_0^2} ,$$

где $\Delta_{у}$ - удельное значение увода оси , мкм/мм;

l-длина отверстия, мм;

C_0 -смещение оси отверстия, мкм.

По таблице 25 [6] с. 196 :

Для каждой последующей операции , остаточное коробление составит, мкм:

$$\rho = \rho_{заг} \cdot K_{уточн} ,$$

где $K_{уточн}$ - коэффициент уточнения формы , определяется по рекомендациям табл.22[5] с.73

ε_i – суммарная погрешность определяется по формуле , мкм:

Погрешность установки определяем по формуле [9, с. 74]):

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2} ,$$

где ε_0 – погрешность базирования, имеет место при не совмещении установочной и технологической баз, $\varepsilon_0 = 0$.

ε_3 – погрешность закрепления, мкм: по таблице 4.10. [9]

Расчёт режимов резания.

Технологическое время зависит от правильного выбора режимов резания: глубины, подачи и скорости резания. Факторами, влияющими на выбор режимов резания, являются: материал, форма и жёсткость обрабатываемой заготовки, вид инструмента и материал режущей части, надёжность закрепления заготовки на станке, мощность станка.

Принятый режим резания должен полностью удовлетворять технологическим требованиям в отношении заданной шероховатости поверхности и точности обработки.

Пример назначения режимов резания

Назначение элементов режимов резания при точении производится в следующем порядке:

Глубина резания

При черновой обработке назначают по возможности максимальную глубину резания; при чистовой обработке - в зависимости от требований точности и шероховатости обработанной поверхности (9) табл. 3.73; 3.79; 3.81; 3.82.

Подача

Рекомендуемая подача при черновом точении выбирается по (1, с.267), табл. 12, или (5, с.22), карта Т-2.

После выбора величины подачи по справочнику, она корректируется по паспорту станка.

Скорость резания

Скорость резания определяется по формуле (аналитически):

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_o^y} \cdot k_v$$

Значения коэффициента C_v , показателей степени m, x, y приведены в (1, с. 269), табл. 17., где

T - стойкость режущего инструмента (при одноинструментальной обработке $T=30...60$ мин.)

Коэффициент K_v определяется:

$$K_v = K_m \cdot K_n \cdot K_p$$

Где:

K_m - коэффициент, учитывающий материал заготовки (1, с. 261.. 262), табл. 1.. 4.

K_n - коэффициент, учитывающий материал режущей части инструмента (1, с. 263), табл. 6.

Скорость резания определяется по нормативам

$$v = v_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_r \cdot K_3, \text{ м/мин} \quad (5, \text{ с.29...34}).$$

Частота вращения шпинделя станка

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} \text{ об/мин, где}$$

D - наибольший диаметр поверхности: при наружном точении принимаем наибольший диаметр заготовки, участвующий в обработке на данной операции, при растачивании - диаметр, полученный после обработки.

Частоту вращения шпинделя корректируем по паспорту станка (берётся ближайшее меньшее; большее значение принимаем, если оно не превышает 5 %).

Действительная скорость резания, м/мин

$$v_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

При многоинструментальной обработке скорости резания определить для каждого режущего инструмента.

Определяем усилие резания по формуле (1, с. 271):

$P_z = C_p \cdot t^x \cdot S_o^y \cdot v^n \cdot K_p$ (для многоинструментальной наладки принимаем суммарную глубину резания). Постоянная C_p и показатели степени x, y, n для конкретных условий обработки приведены в (1, с. 273), табл. 22.

Коэффициент $K_p = K_m \cdot K_\phi \cdot K_\gamma \cdot K_\lambda \cdot K_r$

Значения коэффициентов приведены в (1, с. 275), табл. 23.

По нормативам (5, с. 35...36):

$$P_z = P_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

2.7.8 Определяем мощность, затрачиваемую на резание

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot v_d}{60 \cdot 1020} \text{ (кВт)}.$$

Мощность электродвигателя станка должна быть больше или, в крайнем случае, равна мощности, затрачиваемой на резание.

$N_{\text{шп}} \geq N_{\text{рез}}$, $N_{\text{шп}} = N_{\text{эд}} \cdot \eta$, где η - к.п.д. станка, $N_{\text{эд}}$ - мощность электродвигателя привода станка

Пример выполнения:

Произведем расчет режимов резания для токарной операции 005, (рисунок 11.1).

Переход №1

Подрезать торец. Снимаемый припуск – 3,55 мм.

Снимаемый припуск на первом проходе 2 мм, на втором проходе 1,55 мм.

Выбираем токарный проходной резец с пластинами Т15К10 по ГОСТ 18868-73.

Принимаем по ([3], с. 269, таблица 17), $C_v = 340$, $x = 0,15$, $y = 0,45$, $m = 0,20$.

Принимаем по ([3], с. 266, таблица 11), $T = 60$ мин; $S = 1,2$ мм/об.

Принимаем по ([3], с. 261-263, таблицы 1, 2, 5, 6), $K_{mv} = 1,4$, $K_{nv} = 0,8$, $K_{uv} = 1$ (при точении резцом с пластинами Т15К6).

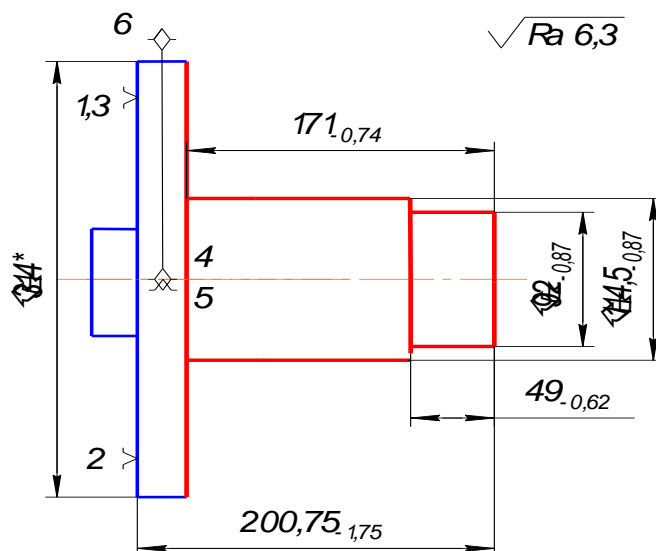


Рисунок 11.1 – Эскиз обработки

Подставляя полученные значения в формулы (11.1), (11.2), получим:

$$K_v = 1,4 \cdot 0,8 \cdot 1 = 1,12$$

Скорость резания на первом проходе:

$$v = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 1,2^{0,45}} \cdot 1,12 = 125 \text{ м/мин}$$

Скорость резания на втором проходе:

$$v = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 1,55^{0,15} \cdot 1,2^{0,45}} \cdot 1,12 = 145 \text{ м/мин}$$

Рассчитываем по формуле (11.6) число оборотов станка.

Число оборотов на первом проходе:

$$n = \frac{1000 \cdot 125}{3,14 \cdot 116,5} = 342 \text{ об/мин}$$

Число оборотов на втором проходе:

$$n = \frac{1000 \cdot 145}{3,14 \cdot 116,5} = 396 \text{ об/мин}$$

Так как на станке предусмотрено бесступенчатое регулирование, принимаем число оборотов станка на первом проходе 340 об/мин, на втором проходе 390 об/мин.

Тогда скорость резания будет равна:

$$v = \frac{3,14 \cdot 116,5 \cdot 340}{1000} = 124 \text{ м / мин.}$$

Принимаем по ([3], с. 275, таблица 23), $K_{\phi p} = 1$; $K_{\lambda p} = 1$; $K_{y p} = 1$; $K_{r p} = 0,93$.
 Определяем коэффициент K_{mp} по ([3], с. 264, таблица 9):

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (11.8)$$

где σ_B – предел прочности обрабатываемого материала, ($\sigma_B = 540$ МПа);
 n – показатель степени ($n = 0,75$).

$$K_{mp} = \left(\frac{540}{750} \right)^{0,75} = 0,78$$

Подставим численные значения в формулу (11.4)

$$K_p = 0,78 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,73$$

Принимаем по [3], с. 273, таблица 22, $C_p = 300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$.
 Рассчитываем по формуле (11.3) силу резания на первом проходе:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 1,2^{0,75} \cdot 124^{-0,15} \cdot 0,73 = 2437 \text{ Н}$$

Рассчитываем по формуле (11.3) силу резания на первом проходе:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,2^1 \cdot 1,2^{0,75} \cdot 150^{-0,15} \cdot 0,73 = 1427 \text{ Н}$$

Рассчитываем по формуле (11.5) мощность резания:

$$N = \frac{2437 \cdot 124}{1020 \cdot 60} = 4,94 \text{ кВт}$$

Сделаем проверку по неравенству (11.7):

$$4,04 < 11 \cdot 0,8 = 8,8$$

Сравнив рассчитанную мощность с мощностью главного электропривода станка $N = 11$ кВт, можно сделать вывод, что выбранный станок обеспечивает требуемую мощность.

Переход №2

Точить поверхность. Снимаемый припуск – 2 мм.

Выбираем токарный проходной резец с пластинами Т15К6 по ГОСТ 18868-73.

Принимаем по [3], с. 269, таблица 17, $C_v = 340$, $x = 0,15$, $y = 0,45$, $m = 0,20$.

Принимаем по [3], с. 266, таблица 11, $T = 60$ мин; $S = 1,2$ мм/об.

Скорость резания:

$$v = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 1,2^{0,45}} \cdot 1,12 = 139 \text{ м/мин}$$

Рассчитываем по формуле (11.6) число оборотов станка.

$$n = \frac{1000 \cdot 139}{3,14 \cdot 116} = 381 \text{ об / мин}$$

Принимаем число оборотов станка в пределах 380 об/мин.

Тогда скорость резания будет равна:

$$v = \frac{3,14 \cdot 116 \cdot 380}{1000} = 138 \text{ м / мин}$$

Принимаем по [3], с. 273, таблица 22, $C_p = 300$; $x = 1$; $y = 0,75$; $n = -0,15$.

Рассчитываем по формуле (11.3) силу резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 1,2^{0,75} \cdot 138^{-0,15} \cdot 0,73 = 2396H$$

Рассчитываем по формуле (11.5) мощность резания:

$$N = \frac{2396 \cdot 138}{1020 \cdot 60} = 5,4кВт$$

Сделаем проверку по неравенству (11.7):

$$5,4 < 11 \cdot 0,8 = 8,8$$

Сравнив рассчитанную мощность с мощностью главного электропривода станка $N = 11$ кВт, можно сделать вывод, что выбранный станок обеспечивает требуемую мощность.

Произведем расчет режимов резания для фрезерной операции 035, (рисунок 11.2).

Выбираем шпоночную фрезу 2234-0365 №9 ГОСТ 9140-78

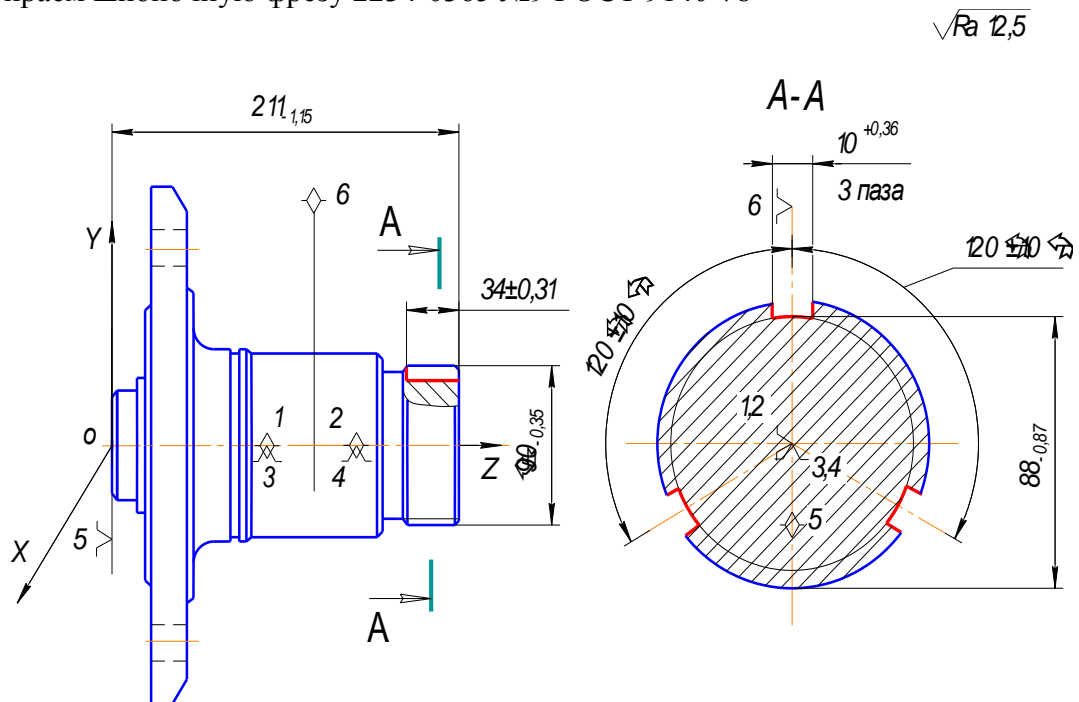


Рисунок 11.2 – Эскиз обработки

Скорость резания при фрезеровании V , м/мин определяют по формуле ([3] с. 282 формула (1.3)):

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v \quad (11.9)$$

где T – среднее значение стойкости инструмента, $T = 80$ мин;

D – диаметр инструмента, $D = 10$ мм;

t – глубина фрезерования, $t = 2$ мм;

B – ширина фрезерования, $B = 10$ мм;

S_z – подача на один зуб, $S_z = 0,03$ мм;

Z – число зубьев фрезы, $Z = 2$;

Принимаем по ([3], с. 282, таблица 39), $C_v = 145$, $x = 0,24$, $y = 0,26$, $m = 0,37$, $q = 0,44$, $u = 0,1$, $p = 0,13$.

Принимаем по ([3], с. 261-263, таблицы 1, 2, 5, 6), $K_{mv} = 1,39$, $K_{nv} = 1,0$, $K_{uv} = 1,0$ (при фрезеровании шпоночной фрезой 2234-0365 №9 ГОСТ 9140-78).

Подставляя полученные значения в формулы (11.1), (11.2), получим:

$$K_v = 1,39 \cdot 1 \cdot 1 = 1,39$$

Подставив численные значения в формулу (11.9) определим скорость резания при фрезеровании:

$$V = \frac{145 \cdot 10^{0,44}}{80^{0,37} \cdot 2^{0,24} \cdot 0,03^{0,26} \cdot 10^{0,1} \cdot 2^{0,13}} \cdot 1,39 = 178 \text{ м/мин.}$$

Рассчитываем по формуле (11.6) число оборотов станка.

$$n = \frac{1000 \cdot 178}{3,14 \cdot 10} = 5669 \text{ об / мин.}$$

Принимаем по паспорту станка число оборотов $n = 2040$ об/мин.

$$V = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 2040}{1000} = 64 \text{ м / мин.}$$

Принимаем по [3], с. 291, таблица 41, $C_p = 12,5$; $x = 0,85$; $y = 0,75$; $u=1,0$; $q=0,73$; $n = -0,13$;

Произведем расчет сила резания при фрезеровании по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot Z \cdot K_{mp}}{D^q \cdot n^w}, \quad (11.10)$$

Подставив в формулу (11.9) численные значения определим сила резания при фрезеровании

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 2^{0,85} \cdot 0,024^{0,75} \cdot 10^1 \cdot 2 \cdot 0,91}{10^{0,73} \cdot 2040^{-0,13}} = 123 \text{ Н}$$

Определим по формуле крутящий момент на шпинделе:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{100 \cdot 2}, \quad (11.11)$$

Подставив в формулу (11.11) численные значения определим крутящий момент на шпинделе:

$$M_{кр} = \frac{123 \cdot 10}{100 \cdot 2} = 6,15 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Определим по формуле (11.12) мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (11.12)$$

Подставив в формулу (11.12) численные значения определим крутящий момент на шпинделе

$$N_e = \frac{123 \cdot 64}{1020 \cdot 60} = 0,13 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Сделаем проверку по неравенству(11.7):

$$N_e \leq N_{дв.} \cdot \eta$$

$$0,13 < 3 \cdot 0,8 = 2,4.$$

Сравнив рассчитанную мощность с мощностью главного электропривода станка $N = 3$ кВт, можно сделать вывод, что выбранный станок обеспечивает требуемую мощность. Остальные режимы резания рассчитываем аналогично, свести в таблицу.
Таблица 11.1 – Режимы резания

№ операции	Переходы	Подача S, мм/об	Скорость резания V, м/мин	Число оборотов n, об/мин
------------	----------	--------------------	---------------------------------	--------------------------------

Нормирование операций.

Одной из составных частей техпроцесса является определение норм времени на выполнение заданной работы.

Различают 3 метода нормирования:

- расчёт по нормативам;
- расчёт по укрупнённым нормативам;
- установление норм на основе изучения затрат рабочего времени.

В курсовом проекте расчёт норм времени предлагается выполнять по первому методу:

T_o - основное время - это время, затрачиваемое непосредственно на изготовление детали.

T_v - вспомогательное время - время, затрачиваемое непосредственно на различные вспомогательные действия рабочего, непосредственно связанные с основной работой (установка, закрепление и снятие детали, пуск и остановка станка, измерения, изменения режимов работы и т.п.).

$T_{оп}$ - оперативное время - сумма основного и вспомогательного времени.

$T_{обс}$ - время обслуживания рабочего места.

$T_{отд}$ - время на отдых и естественные надобности.

$T_{шт} = T_o + T_v + T_{обс} + T_{отд}$ - штучное время.

$T_{шт} = T_{шт} + T_{пз/п}$ - штучно-калькуляционное время.

$T_{пз}$ - подготовительно-заключительное время.

Расчёт норм времени предлагается выполнять по методике, изложенной в(6).

Формулы для расчёта основного времени предлагаются в (9, с.295...307).

Для многих видов технологических операций основное время определяется по ([4], с. 45, формула (1.5)).

$$T_{осн} = \frac{L_{р.х.} \cdot i}{n \cdot S}, \quad (12.4)$$

где $L_{р.х.}$ - расчетная длина рабочего хода режущего инструмента, мм;

i - число рабочих ходов режущего инструмента;

n - частота вращения шпинделя станка, об/мин.;

S - подача станка по паспортным данным, мм/об.

К вспомогательной работе относятся действия рабочего, обеспечивающие непосредственное выполнение основной технологической работы.

При работе на металлорежущих станках в состав вспомогательной работы включаются:

- приемы, связанные с установкой, креплением, выверкой, раскреплением и снятием детали;

- приемы управления станком;

- приемы перемещения частей станка;

- приемы измерения деталей;

- приемы смены режущего инструмента, обусловленной выполнением технологического процесса.

Время обслуживания рабочего места предусматривает выполнение следующей работы:

1. по техническому обслуживанию рабочего места
 - смену затупившегося инструмента и правку шлифовального круга;
 - регулировку и подналадку станка в процессе работы;
 - сметание стружки в процессе работы.
2. по организационному обслуживанию рабочего места:
 - осмотр и опробование оборудования;
 - раскладку инструмента в начале смены и уборка его по окончании смены;
 - получение инструктажа от мастера в течение смены;
 - смазку и очистку станка в течение смены;
 - уборку станка и рабочего места по окончании смены.

Величина затрат времени на обслуживание рабочего места зависит от характера выполняемой работы, типа и размера станка и организационных условий данного производства.

Время на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности рассчитывается по [4], с. 47, формула (1.7).

$T_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, мин.

$$T_{обс} + T_{отд} = (T_o + T_B) \cdot \frac{a_{обс} + a_{отд}}{100}, \quad (12.5)$$

где $T_{отд}$ – время на отдых и естественные надобности, мин;

$a_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места в процентах от оперативного времени, %;

$a_{отд}$ – время на отдых и естественные надобности в процентах от оперативного времени, %.

Норма подготовительно-заключительного времени устанавливается на обработку партии одинаковых деталей.

В состав подготовительно-заключительного времени входит:

- ознакомление с работой;
- настройка оборудования, смена и наладка установочных приспособлений, смена и регулировка режущих инструментов, настройка механизмов станка на выполнение различных видов работ и требуемый режим обработки, отладка управляющей программы — для станков с ЧПУ;
- пробная обработка деталей;
- получение на рабочем месте заданий, материалов, заготовок, приспособлений, инструмента, сдача готовой продукции и т.д.

Пример расчёта:

Произведем расчет норм времени для токарной операции 005.

По формуле (12.4) рассчитаем основное время на операцию с учетом ранее назначенных режимов резания для режущего инструмента Т15К6.

Переход 1 Подрезать торец

$L = 116,5/2 = 58,25$ мм (см. операционную карту к операции № 005 «Токарная»);

$l_1 = 2$ мм (выбираем по [4], с. 165, карта 65);

$n_1 = 340$ об/мин;

$n_2 = 390$ об/мин;

$s = 1,2$ мм/об.

Подставляя найденные данные в формулу (12.4), получим:

$$T_{осн1} = \frac{58,25 \cdot 1}{340 \cdot 1,2} = 0,15 \text{ мин.} \quad T_{осн} = \frac{58,25 \cdot 1}{390 \cdot 1,2} = 0,12 \text{ мин}$$

Переход 2 Точить поверхность

$L = 49$ мм (см. операционную карту к операции № 005 «Токарная»);

$l_1 = 1$ мм (выбираем по [4], с. 165, карта 65);

$n = 380$ об/мин;

$s = 1,2$ мм/об.

Подставляя найденные данные в формулу (12.4), получим:

$$T_{осн2} = \frac{49 \cdot 2}{380 \cdot 1,2} = 0,22 \text{ мин.}$$

$L = 121,6$ мм (см. операционную карту к операции № 005 «Токарная»);

$l_1 = 1$ мм (выбираем по [4], с. 165, карта 65);

$n = 380$ об/мин;

$s = 1,2$ мм/об.

Подставляя найденные данные в формулу (12.4), получим:

$$T_{осн2} = \frac{121,6 \cdot 2}{380 \cdot 1,2} = 0,53 \text{ мин.}$$

$L = 100$ мм (см. операционную карту к операции № 005 «Токарная»);

$l_1 = 2$ мм (выбираем по [4], с. 165, карта 65);

$n = 380$ об/мин;

$s = 1,2$ мм/об.

Подставляя найденные данные в формулу (12.4), получим:

$$T_{осн2} = \frac{100 \cdot 2}{380 \cdot 1,2} = 0,44 \text{ мин.}$$

Общее технологическое время на операцию 005 составляет:

$$T_{осн} = 0,27 + 0,53 + 0,44 = 1,46 \text{ мин.}$$

Определяем вспомогательное время по [4], с. 45:

$$T_{всп} = T_{уст} + T_{B1} + T_{B2}, \quad (12.6)$$

где $T_{уст}$ - время на установку и снятие детали. По [4], 138, карта 56, $T_{уст} = 2,46$ мин.

T_{B1} – время на подвод и отвод инструмента. По [4], 150, карта 60, $T_{B1} = 0,42$ мин.

T_{B2} – время на измерения. По [4], 160, карта 64, $T_{B2} = 0,23$ мин.

$$T_{всп} = 2,46 + 0,42 + 0,23 = 3,11 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности определяем по формуле (12.5).

$$T_{обс} + T_{отд} = (1,46 + 3,11) \cdot \frac{3 + 4}{100} = 0,32 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время по [4], с. 135, карта 49, составит $T_{пз} = 14$ мин.

Определяем штучное время по формуле (12.1):

$$T_{шт} = 1,46 + 3,11 + 0,32 = 4,89 \text{ мин.}$$

Определяем штучно-калькуляционное время по формуле (12.3):

$$T_{шк} = 4,89 + \frac{14}{64} = 5,11 \text{ мин.}$$

Аналогичным образом определим норму штучного времени на другие операции технологического процесса. Полученные результаты сводим в таблицу

Таблица 12.1 – Нормы времени на операции

Номер операции	Операция	Основное время T_o , мин.	Вспомогательное время T_b , мин.	Штучное время $T_{шт}$, мин.	Подготовительно-заключительное время $T_{пз}$, мин.
----------------	----------	-----------------------------	------------------------------------	-------------------------------	--

Результаты расчетов занести в операционные карты.

Разработка карты наладки или расчётно-технологической карты (РТК) на одну из операций.

Под наладкой понимается подготовка технологического оборудования и оснастки к выполнению операции.

Пример оформления:

РТК, расчётно-технологическая карта, разработана на операцию № 015 “Токарная с ЧПУ”. Оборудование - токарный станок с ЧПУ SL 360. Материал обрабатываемой детали - сталь 45.

В качестве настроечных размеров принимаем размеры, соответствующие середине поля допуска операционного размера.

Величину допуска на настроечный размер δ_n , по [1], с. 36, формула (18), рекомендуется принимать в пределах:

$$\delta_n = (0,1 \div 0,2) \cdot \delta_{on}, \quad (13.1)$$

где δ_{on} – допуск на операционный размер.

Произведем расчет настроечных размеров

1. Операционный размер $175_{-0,4}$

Настроечный размер A_n

$$A_n = 175 - \frac{1}{2} \cdot 0,4 = 174,8$$

$$\delta_n = (0,1 \div 0,2) \cdot 0,4 = 0,04 \div 0,08$$

Принимаем $\delta_n = 0,06$, значит $A_n = 174,8 \pm 0,06$

Аналогичным образом произведем расчет для остальных настроечных размеров.

Расчеты сводим в таблицу 13.1.

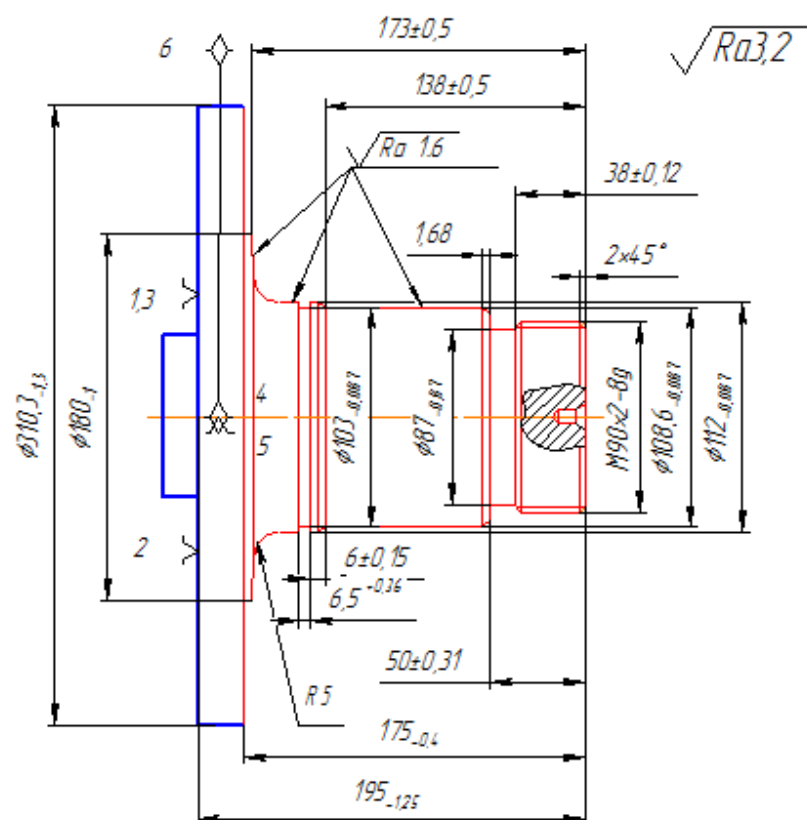
Таблица 13.1 – Настроечные размеры

Операционный размер	Настроечный размер
$50 \pm 0,31$	$50 \pm 0,085$

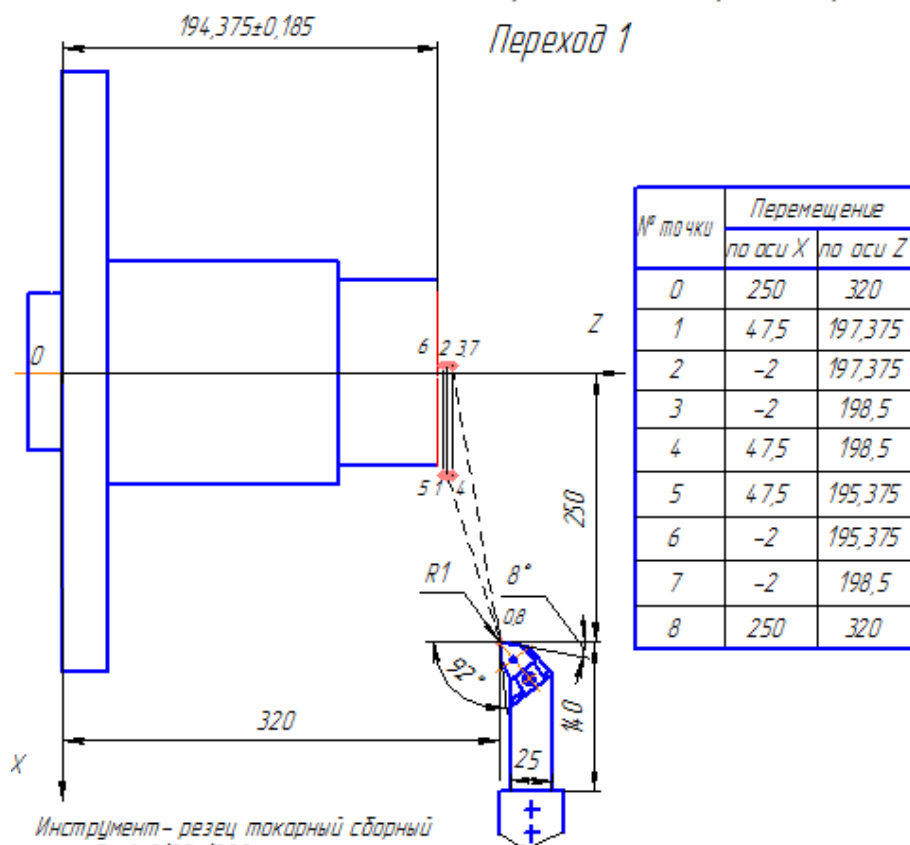
Расчет координат опорных точек ведем с учетом радиуса инструмента $R = 1$ мм.

Пример оформления элементов плаката РТК:

Эскиз детали с операционными размерами

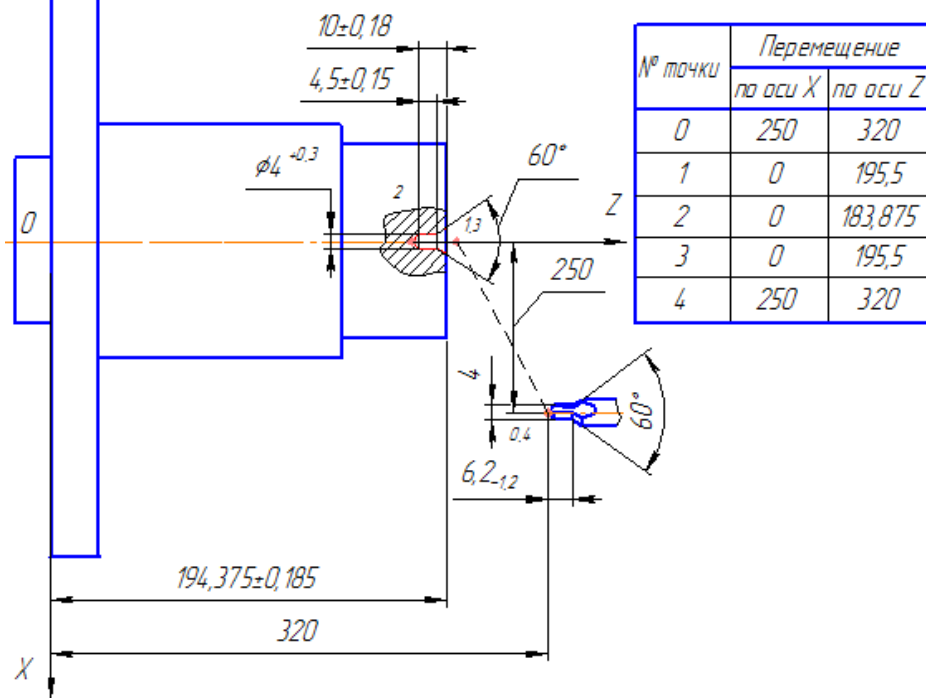


Эскиз детали с настроечными размерами

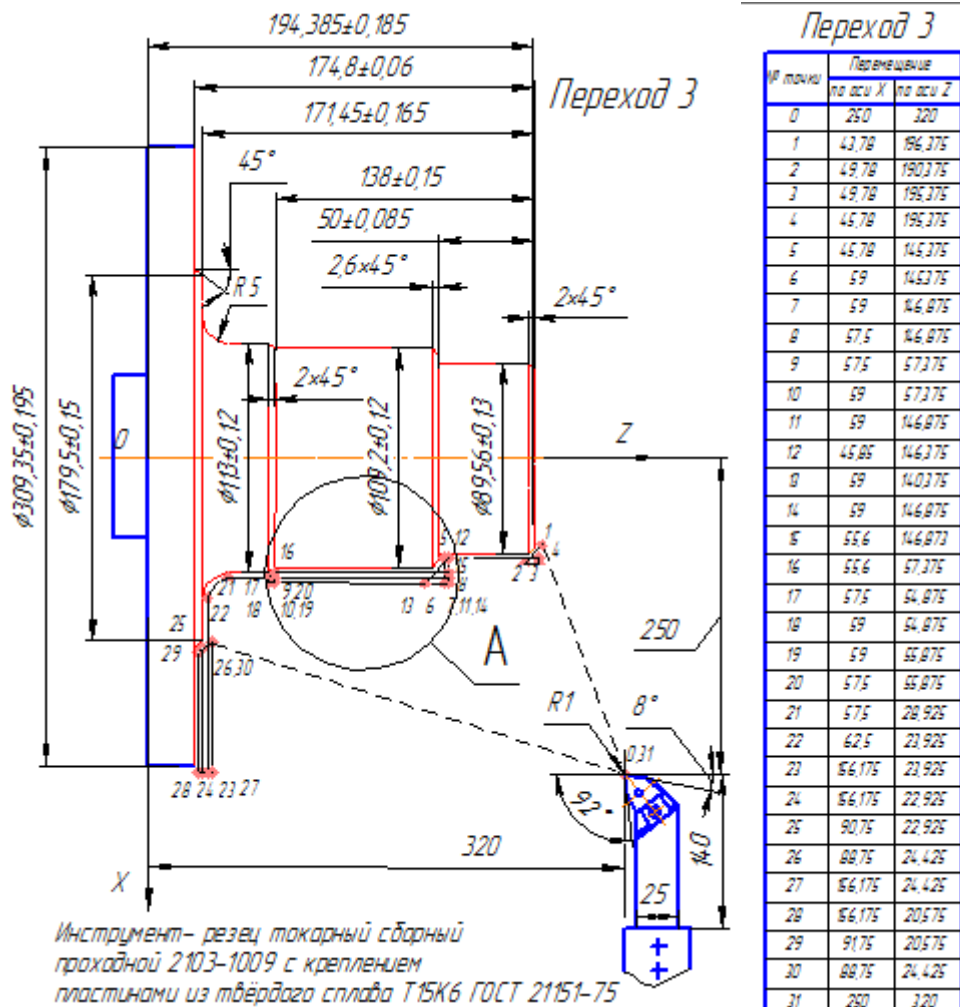


Инструмент - резец токарный сборный проходной 2103-1009 с креплением пластинами из твёрдого сплава Т15К6 ГОСТ 21151-75

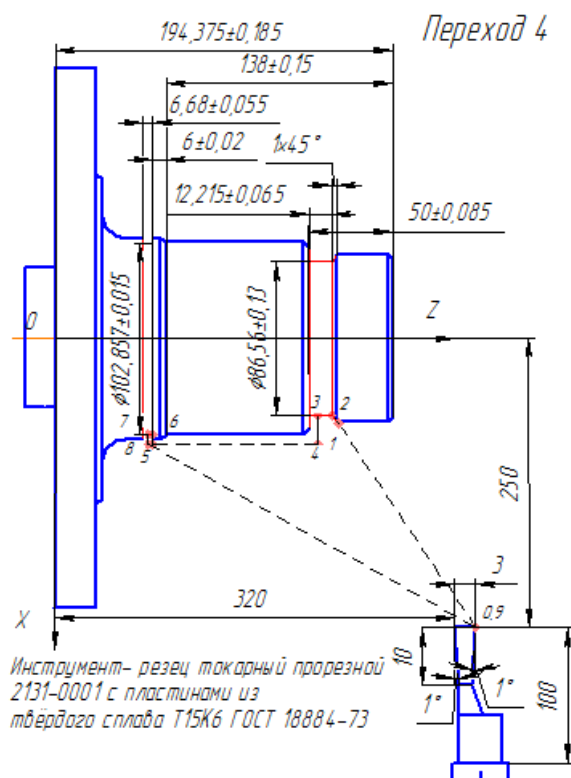
Переход 2



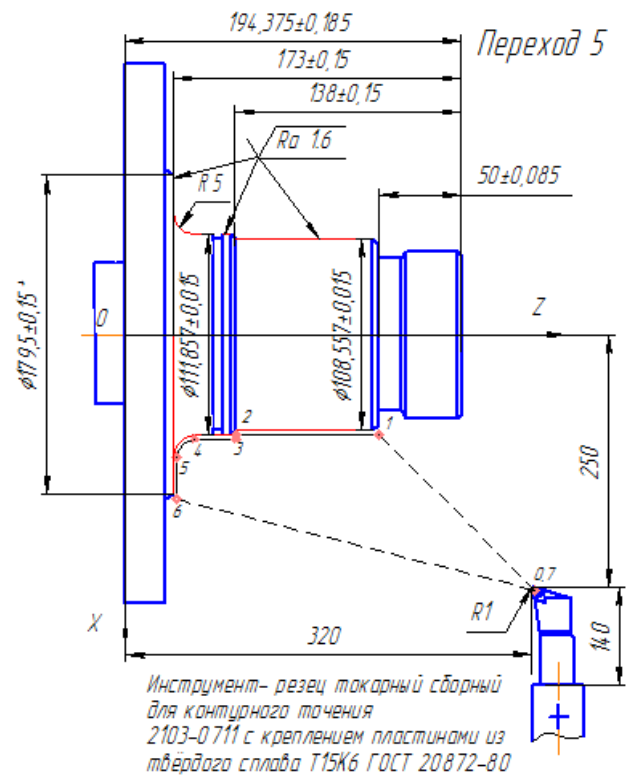
Инструмент- сверло центровочное А4 2317-0007
 Материал сверла Р18 ГОСТ 14952-75



Инструмент- резец токарный сборный
 проходной 2103-1009 с креплением
 пластинами из твёрдого сплава Т15К6 ГОСТ 21151-75



Переход 4



Переход 5

№ точки	Перемещение	
	по оси X	по оси Z
0	250	320
1	45,78	158,09
2	43,78	156,59
3	43,78	147,375
4	57,4285	147,375
5	57,4285	50,735
6	51,4285	50,735
7	51,4285	46,695
8	57,4285	46,695
9	250	320

№ точки	Перемещение	
	по оси X	по оси Z
0	250	320
1	55,2785	145,875
2	55,2785	57,375
3	56,9285	57,375
4	56,9285	27,375
5	61,9285	22,375
6	90,75	22,375
7	250	320

Проектирование специального приспособления.

По целевому назначению приспособления делят на следующие группы:

1. Станочные для установки и закрепления обрабатываемых заготовок. Эти приспособления подразделяют на сверлильные, фрезерные, расточные, токарные и др. (по группам станков).

2. Станочные для установки и закрепления рабочего инструмента. К ним относятся патроны для сверл, разверток, метчиков, многошпиндельные сверлильные и фрезерные головки, инструментальные державки для токарно-револьверных станков и автоматов и другие устройства. Эти приспособления называются вспомогательным инструментом.

3. Сборочные, используемые для соединения деталей в изделия. Применяют следующие типы приспособлений: а) для крепления базовых деталей собираемого изделия; б) для обеспечения правильной установки соединяемых элементов изделия; в) для предварительного деформирования устанавливаемых упругих элементов (пружин,

разрезных колец); г) для запрессовки, клепки, развальцовывания и других операций, когда при сборке требуются большие силы.

4. Контрольные, применяемые для проверки заготовок при промежуточном и окончательном контроле деталей, а также при сборке машин.

5. Приспособления для захвата, перемещения и перевертывания заготовок, деталей и собираемых изделий.

По степени специализации станочные приспособления делят на следующие группы: универсально-безналадочные (УБП), универсально-наладочные (УНП), универсально-сборные (УСП), сборно-разборные (СРП), неразборные специальные (НСП), специализированные наладочные (СНП).

К группе УБП относятся универсальные приспособления общего назначения: центры, поводковые устройства, оправки, токарные патроны, цанговые приспособления, плиты магнитные и электромагнитные, столы и т.д. Они изготавливаются как принадлежность к станку заводом изготовителем станков или специализированными предприятиями. УБН применяют в единичном и мелкосерийном производстве; на станках с ЧПУ – в мелкосерийном производстве.

Группа УНП включает приспособления, состоящие из постоянной части и сменных наладок. Постоянная часть во всех случаях остается неизменной, а сменная наладка заменяется в зависимости от конкретной обрабатываемой детали. Постоянная часть включает в себя корпус и зажимное устройство с приводом (чаще пневматическим). Иногда в нее встраивают делительное устройство и другие элементы, кроме опорных и направляющих. Постоянная часть изготавливается заранее и применяется многократно. Перед очередным использованием УНП требуется произвести лишь смену наладки или некоторую дополнительную обработку. Наладка представляет собой сменные опорные и направляющие элементы. Каждый комплект наладки предназначен только для данной детали и конкретной операции ее обработки и в этом случае является специальным. С помощью УНП заготовка устанавливается с такой же точностью и быстротой, как и при использовании дорогостоящего специального приспособления. Универсальность УНП несколько ограничена определенными размерами постоянной части, которая обычно нормализуется в пределах предприятия или отрасли. К числу нормализованных приспособлений, на базе которых собирают УНП, относятся машинные тиски, скальчатые кондукторы, пневматические патроны со сменным кулачками, планшайбы с переставными угольниками для растачивания на токарном станке деталей сложной формы и т.д. УНП применяют в серийном производстве; на станках с ЧПУ – в мелкосерийном производстве.

УСП включают приспособления, компонуемые из нормализованных деталей и узлов. Каждая компоновка УСП обладает всеми основными свойствами специального приспособления: предназначена для обработки конкретной детали на определенной операции и обеспечивает базирование заготовки без выверки и требуемую точность. По истечении надобности в таком приспособлении оно разбирается на составные детали и узлы, которые могут быть многократно использованы для компоновки других приспособлений. Отличительной особенностью УСП является крестообразное взаимно-перпендикулярное расположение на сопрягаемых поверхностях Т-образных и шпоночных пазов. Основные детали и сборочные единицы, из которых компонуется УСП условно подразделяются на семь групп: 1) базовые детали (плиты прямоугольные и круглые, угольники); 2) корпусные детали (опоры, призмы, подкладки и т.д.); 3) установочные детали (шпонки, штыри, пальцы и т.д.); 4) прижимные детали (прихваты, планки); 5) крепежные детали (болты, шпильки, винты и т.д.); 6) разные детали (ушки, вилки, хомутики, оси, рукоятки и т.д.); 7) сборочные единицы (поворотные головки, кронштейны, центровые бабки и др.).

В приборостроении и машиностроении используют комплекты УСП-8 с шириной пазов 8 мм и диаметром крепежных элементов (8 мм для обработки малогабаритных заготовок

(220(120(100 мм). УСП-12 предназначены для обработки заготовок размерами 700(400(200 мм, а УСП-16 для заготовки размерами 2500(2500(1000 мм.

УСП применяют в единичном и мелкосерийном производстве. При использовании вместо ручных зажимов гидро- или пневмозажимов УСП можно применять и в крупносерийном производстве. На станках с ЧПУ УСП применяются в единичном и мелкосерийном производстве.

Система СРП является разновидностью системы УСП. В компоновках СРП в отличие от УСП количество сборочных единиц преобладает над деталями. Приспособления переналаживаются посредством перекомпоновки, регулирования положения базирующих и зажимных элементов или замены сменных наладок. СРП обычно собирают на период выпуска определенного изделия. После обработки партии деталей приспособление снимают со станка и хранят до запуска в обработку новой партии. Разбирают СРП только при смене объекта производства. Компоновки СРП собирают из стандартных деталей и сборочных единиц, фиксируемых относительно друг друга системой палец-отверстие. Для этой цели в базовых деталях имеются сетки точных координатно-фиксирующих отверстий. К столу станка детали и сборочные единицы СРП крепятся посредством Т-образных пазов. СРП применяются в единичном и мелкосерийном производстве, а на станках с ЧПУ – в мелкосерийном производстве.

Приспособления группы НСП служат для обработки только определенной детали на одной конкретной операции. Специальные приспособления обладают большими преимуществами – позволяют без выверки придать заготовке требуемое положение относительно станка и режущего инструмента и благодаря этому при одной настройке обработать всю партию заготовок. К НСП относятся патроны для токарных автоматов и полуавтоматов, мембранные патроны, гидропластмассовые приспособления и др. НСП применяются в крупносерийном и массовом производствах. На станках с ЧПУ такие приспособления можно применять лишь как исключение, если нельзя применить ни одну из переналаживаемых систем.

К группе СНП относятся специальные приспособления, обладающие определенной универсальностью вследствие введения в их конструкцию элементов, допускающих наладку приспособления путем регулировки. Благодаря этому, одно и то же приспособление можно применять для обработки ряда деталей одной конструкторско-технологической группы. К СНП относятся переналаживаемые планшайбы, патроны, оправки, кондукторы, и т.д. СНП применяют в серийном и крупносерийном производствах; на станках с ЧПУ – в серийном производстве.

Кроме вышеперечисленных групп приспособлений на станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах используются и другие группы приспособлений: механизированные универсально-сборные (УСПМ) и универсально-сборные переналаживаемые (УСПО).

Приступать к проектированию станочного приспособления следует только после того, как утвержден маршрутный технологический процесс изготовления детали, задана схема базирования, определены операционные размеры, режимы резания и нормы времени, выбран режущий инструмент.

Раздел пояснительной записки по проектированию станочного приспособления должен выполняться в виде четкой последовательности этапов, в соответствии с бланком задания, начиная с исходных данных и заканчивая конструкцией приспособления.

Проектирование специального приспособления и контрольно-измерительного инструмента или приспособления производить по методическим указаниям по курсовому проектированию оснастки.

Организация производства в цехе, планировка и транспорт.

Исходные данные, входящие в состав задания на дипломное проектирование цеха, и само задание формулируются руководителем проекта.

Они должны включать перечень (номенклатуру) деталей и количество деталей каждого наименования, подлежащих изготовлению в течение года.

Эти сведения составляют годовую производственную программу. К ней прилагаются рабочие чертежи деталей, а также технологические процессы их изготовления и чертежи специальной оснастки, если они к моменту проектирования разработаны. Однако время, отведенное на дипломное проектирование, и материалы, имеющиеся в распоряжении студента и руководителя, позволяют выполнить проект только по приведённой программе. В этом случае тема формулируется или как цех для изготовления деталей определённой машины или части машины (например, «Механический цех по изготовлению деталей полиграфических машин»), или как цех для изготовления деталей определённого наименования (например, «Механический цех по изготовлению зубчатых колёс»).

Программа цеха (фонд производственного времени цеха) задаётся в нормо-часах.

В исходные данные включаются также наименование изделия – условного представителя, технологический процесс изготовления которого будет разрабатываться, и количество этих изделий, подлежащих изготовлению в течение года. Это количество должно соответствовать единичному, мелко- или среднесерийному производству.

Организационная структура цеха.

На данном этапе структура цеха устанавливается в общем, как показано на рис. 3.1, что необходимо для выполнения последующих разделов проекта. Уточнение содержания систем производится после проектирования их элементов, которое включает в себя определение перечня требующих выполнения функций, выбор и расчёт необходимого количества оборудования, установление состава и расчёт численности работников, расчёт площадей.

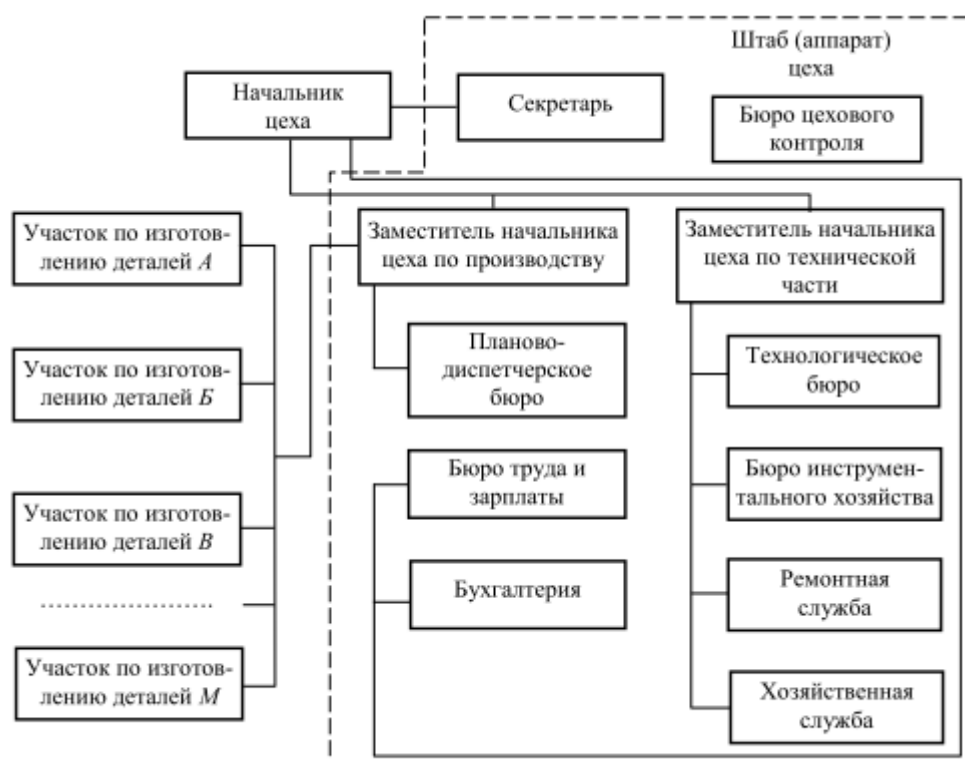


Рис. 3.1. Схема структуры цеха

Основное производство.

Проектирование основного производства включает вопросы установления формы специализации механических участков, определения состава и количества их оборудования и работающих, а также предварительного определения производственных площадей. Расчет общего количества оборудования в цехе.

Состав оборудования устанавливается на основе технологического процесса изготовления детали-представителя. Для определения количества оборудования работа выполняется в несколько этапов.

1. Рассчитывается общее количество основного технологического оборудования цеха $C_{р.ц}$, ед.

Расчетное общее количество производственного оборудования цеха C_p рассчитывается по формуле:

$$C_{р.ц} = \frac{T_{пр}}{\Phi_0}, \quad (16.1)$$

где $T_{пр}$ – заданная годовая программа цеха; нормочасов в год;

Φ_0 – действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования при двухсменном режиме в часах: $\Phi_0 = 3800$ ч. Для разных видов оборудования этот фонд времени различается. На данном этапе для двухсменного режима работы цеха можно принимать $\Phi_0 = 3800$ ч, для односменного – вдвое меньше.

Рассчитанное дробное количество оборудования округляется в большую сторону до целого числа – принятого количества $C_{р.ц}$.

2. Определение числа производственных участков и их специализации

Количество производственных участков Y определим исходя из среднего числа станков на одном участке $C_y = 35$ ед.

$$Y = \frac{C_{р.ц}}{C_y}, \quad (16.2)$$

Полученное значение округляется до ближайшего целого.

3. Устанавливается специализация участков на изготовление деталей определённого наименования или массы. То есть каждому участку присваивается название, соответствующее наименованию деталей определённого типа, входящих в производственную программу, включая указанную в задании деталь-представитель. Например, если заданием предусмотрено проектирование механического цеха по изготовлению зубчатых колёс и разработка технологического процесса изготовления конического зубчатого колеса, а в производственную программу, кроме конических, включены цилиндрические зубчатые колёса, блоки зубчатых колёс и валы-шестерни, то в случае получения при расчёте четырёх участков ($Y = 4$) один будет предназначен для производства конических зубчатых колёс, второй – цилиндрических, третий – блоков зубчатых колёс, четвёртый – валов-шестерён.

Для участков среднесерийного производства принимаем подetailную специализацию, то есть на участках будет производиться изготовление деталей сходной конструкции.

4. Годовая программа проектируемого цеха распределяется поровну между производственными участками. Тогда годовая программа основных участков $T_{пр.уч}$ в нормо-часах составит:

$$T_{пр.уч} = \frac{T_{пр}}{Y}. \quad (16.3)$$

5. Распределяется по операциям оборудование участка изготовления детали-представителя, технологический процесс изготовления которой разработан. Для этого используется расчётная таблица.(11.1).

Таблица 11.1

**Распределение по операциям оборудования участка изготовления
деталей типа «.....»**

№ оп.	Наименование операции	Тип и модель оборудования	t_o , мин	t_v , мин	$t_{шт}$, мин	$t_{пз}$, мин	$t_{шк}$, мин	$T_{\Sigma k}$, мин	$\delta T_{пр}$, ч/мин	$\Delta T_{пр}$, ч	Φ_d , ч	C_p
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ИТОГО												

Распределение производится пропорционально трудоёмкости выполнения операций, то есть штучно-калькуляционному времени, затрачиваемому на выполнение каждой операции.

В графы 1 – 3 заносятся сведения из технологического процесса детали-представителя для всех операций без исключения.

В графы 4 – 7 заносятся значения (в минутах) основного – t_o , вспомогательного – t_v , штучного – $t_{шт}$ и подготовительно-заключительного времени $t_{пз}$ для следующих видов обработки:

- всех видов механической и абразивной обработки, включая слесарные операции;
- промывочных операций;
- электроэрозионных операций.

Для термических, химико-термических и электрохимических операций нормы времени заносятся в расчётную таблицу только в том случае, если предполагается размещение соответствующих участков в проектируемом цехе. Время выполнения контрольных операций в таблицу не заносится.

В графу 8 вносятся значения штучно-калькуляционного времени $t_{шк}$, мин, определённые по формуле:

$$t_{шк} = t_{ум} + \frac{t_{пз}}{n}, \quad (16.4)$$

где n – размер партии запуска, шт.

В графу 9 заносится значение штучно-калькуляционного времени, суммированное по всем операциям.

$$T_{\Sigma k} = \sum_{i=1}^{N_{оп}} t_{шк} = (\text{сумма графы 8}) \quad (16.5)$$

где $N_{оп}$ – количество операций технологического процесса.

Далее подсчитывается число нормо-часов $\delta T_{пр}$ по заданной годовой производственной программы участка $T_{пр.уч}$, приходящееся на одну минуту суммарного штучно-калькуляционного времени, ч/мин:

$$\delta T_{пр} = \frac{T_{пр.уч}}{T_{\Sigma k}}. \quad (16.6)$$

Подсчитанная величина вносится в графу 10 табл. 11.1.

Затем для каждой операции технологического процесса определяется часть годовой производственной программы, приходящаяся на оборудование, выполняющее эту операцию:

$$\Delta T_{пр} = \delta T_{пр} \cdot t_{шк i}, \quad (16.7)$$

где $t_{шк i}$ – норма штучно-калькуляционного времени на i -ю операцию (из графы 8 табл. 11.1).

Результаты вписываются в соответствующие операциям строки графы 11 расчётной таблицы.

При этом сумма 11 графы должна соответствовать годовой производственной программе участка.

Это действие является, по существу, распределением трудоёмкости работ, которые должны быть произведены на участке в течение года, между операциями пропорционально трудоёмкости их выполнения в предположении, что и другие детали, подлежащие изготовлению на участке, будут иметь такие же операции и подобное соотношение трудоёмкости.

В графу 12 вносятся величины действительного годового фонда времени Φ д работы оборудования, указанного в столбце 3.

В столбец 13 вписывается расчётное количество C_p (с точностью до сотых долей) оборудования, необходимого для выполнения каждой операции:

$$C_p = \frac{\Delta T_{np}}{\Phi_d}, \quad (16.8)$$

Для участка изготовления детали-представителя составляется ведомость оборудования (табл. 11.2).

Таблица 11.2

Ведомость оборудования производственного участка (пример)

№ п/п	Тип оборудования	Модель	Расчётное количество оборудования ΣC_p	Принятое количество оборудования C_{np}	Коэффициент загрузки K_3
1	2	3	4	5	6
1	Токарно-винторезный	16Б16	4,875	5	0,975
2	Верстак		2,216	3	0,807
	...				
ИТОГО			35,124 ($\Sigma C_{p,общ}$)	41 (ΣC_{np})	0,857 (\bar{K}_3)

В 1 – 3 графы ведомости заносятся наименование и модель для всех видов оборудования, применяемых в технологическом процессе детали-представителя.

Если при выполнении разных операций применяется одинаковое оборудование, то его расчётное количество C_p суммируется и заносится в графу 4. Для оборудования, используемого лишь на одной операции, в графе 4 проставляется значение C_p , полученное в расчётной таблице (табл. 11.1). Итоговая сумма графы 4 должна быть равна сумме значений столбца 13 расчётной таблицы.

Суммарные расчётные значения ΣC_p для каждой модели округляются до большего целого – принятого количества C_{np} . Принятое количество C_{np} заносится в графу 5 ведомости оборудования.

В графе 6 ведомости оборудования указываются значения коэффициента загрузки оборудования K_3 каждого вида:

$$K_3 = \frac{\Sigma C_p}{C_{np}}, \quad (16.9)$$

Наконец, суммируется расчётное $\Sigma C_{p,общ}$ и принятое ΣC_{np} количество оборудования по участку (суммы в графе 4 и в графе 5 ведомости оборудования) и определяется средний коэффициент загрузки:

$$\bar{K}_3 = \frac{\sum C_{p.общ}}{\sum C_{пр}} \quad (16.10)$$

Полученное число вносится в нижнюю строку графы 6 табл. 11.2.

Это число принимается как средний коэффициент загрузки оборудования по цеху в целом.

7. Общее количество производственного оборудования цеха, полученное в п. 1, пересчитывается с учётом среднего коэффициента загрузки. Ранее расчёт $C_{пр.ц}$ был выполнен исходя из 100 %-й загрузки оборудования. Зная фактическую загрузку оборудования, его потребное количество можно скорректировать:

$$C'_{пр.ц} = \frac{C_{пр.ц}}{K_3}, \quad (16.11)$$

8. Найденное количество оборудования распределяется поровну между производственными участками. При этом на участке изготовления детали-представителя количество оборудования должно соответствовать принятому количеству $\Sigma C_{пр}$ (табл. 11.2). Количество оборудования на различных участках может различаться на 1 ед. (табл. 11.3).

Таблица 11.3

Распределение оборудования по участкам (пример)

№ п/п	Наименование участка	Количество единиц оборудования на участке $C_{пр.у}$
1	Конических зубчатых колес	41
2	Цилиндрических зубчатых колес	41
3	Блоков зубчатых колес	41
4	Валов-шестерен	42
Всего		165

9. Определяется состав и количество оборудования каждого типоразмера для других участков цеха, указанных в табл. 11.3. Результатом этой работы должно быть заполнение таблиц, составленных по форме табл. 11.4 для каждого из участков.

Таблица 11.4

Ведомость производственного оборудования участка изготовления деталей типа «.....»

№ п.п	Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования
1	2	3	4
Итого			

Столбцы 2 и 3 этих таблиц заполняются на основании материалов типовых технологических процессов изготовления деталей, имеющих в справочной литературе или материалов преддипломной практики.

Количественное распределение станков в столбце 4 производится приблизительно в зависимости от типа деталей, изготавливаемых на участке.

При изготовлении деталей типа валов, втулок, дисков, фланцев используется станков токарной группы 50 – 70 %, фрезерной – 5 – 10 %, сверлильной – 5 – 10 %, шлифовальной – 10 – 15 %, остальное – прочее оборудование.

При изготовлении зубчатых колёс задействуется станков токарной группы 30 – 40 %, фрезерной – 5 – 10 %, сверлильной и расточной – 5 – 10 %, шлифовальной – 5 – 10 %, зубообрабатывающих – 30 – 40 %, остальное – прочее оборудование.

При изготовлении деталей пространственной конфигурации (корпусов, кронштейнов, рычагов, плит и др.) применяются станки: фрезерной и строгальной групп – 40 – 60 %, сверлильной и расточной – 20 – 30 %, шлифовальной – 10 – 15 %, токарной – 5 – 10 %, остальное – прочее оборудование.

10. Окончательно количество оборудования на участках определяется с учётом того, что в общих производственных помещениях цеха располагаются лишь станки нормальной и повышенной точности (классов Н и П) и рабочие места без оборудования. Для обеспечения требуемой точности работы прецизионные станки классов А, В и С устанавливаются в термоконстантных помещениях. При этом оборудование для лезвийной и абразивной обработки устанавливается в отдельных помещениях.

Оборудование для вибро-, гидро- и турбоабразивных, электроэрозионных, электрохимических, термических и промывочных операций также размещается в специальных помещениях с организацией соответствующих участков и отделений.

После распределения оборудования по подразделениям корректируются ведомости оборудования производственных участков по форме табл. 11.4 и заполняются аналогичные ведомости для вновь созданных подразделений (отделения точных лезвийных станков, отделения точных шлифовальных станков, отделения абразивной обработки, промывочного отделения и др.).

Суммарное количество оборудования на всех производственных участках и в отделениях должно соответствовать принятому количеству основного технологического оборудования цеха пр.ц С'.

Определение состава и численности работающих.

Численность рабочих R_p целесообразно рассчитывать по принятому количеству единиц соответствующего оборудования отдельно по каждой профессии по ([5], с. 119, формула (12.4))

$$R_p = \frac{\Phi_d \cdot C_{пп} \cdot K_3}{\Phi_{др} \cdot K_M}, \quad (16.12)$$

где Φ_d - действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования, ч.;

$C_{пп}$ - принятое количество единиц оборудования, на котором будут работать рабочие рассчитываемой профессии;

K_3 - коэффициент загрузки оборудования;

$\Phi_{др}$ - действительный годовой фонд времени рабочего, (1830 ч.);

K_M - коэффициент многостаночного обслуживания;

значения коэффициентов многостаночного обслуживания можно принимать, для станков с ручным управлением $K_M = 1$, $K_M = 2$ - для станков с ЧПУ и полуавтоматов, для абразивных установок и моечных машин $K_M = 2-3$.

К вспомогательным рабочим в основном производстве относятся наладчики при наличии токарных и автоматизированных станков, раздатчики инструмента, кладовщики, станочники по ремонту и другие подсобные рабочие. Их количество рассчитывается исходя из существующих норм, и составляет 25% от количества производственных рабочих. Младший обслуживающий персонал цеха составляют 2-3% от общего

количества рабочих. Количество инженерно-технических работников и руководителей составляет 15-18% от общего количества рабочих, причем ИТР составляют 11-13%.

Вспомогательные подразделения.

Складская система цеха включает в себя склады материалов и заготовок, межоперационный, склад готовых деталей и склад вспомогательных материалов.

Склад материалов и заготовок предназначен для хранения проката, литых и штампованных заготовок. Для хранения проката предусмотрены пирамидальные стеллажи; отливки и штамповки хранятся на полочных стеллажах.

Площадь склада материалов и заготовок S_3 , м², определяется по формуле :

$$S_3 = \frac{Q_3 \cdot t_3}{\Phi \cdot q_{cp} \cdot K_u}, \quad (16.13)$$

где Q_3 – общая масса заготовок, проходящих через склад в течение года, т,;

$$Q_3 = \frac{3 \cdot M_3 \cdot T_{\Sigma H}}{50 \cdot t_{\Sigma K}}, \quad (16.14)$$

где M_3 - масса заготовки детали-представителя;

$T_{\Sigma H}$ - годовая программа цеха, нормо-часов;

$t_{\Sigma K}$ - суммарное штучно-калькуляционное время, затрачиваемое на изготовление детали-представителя, мин.;

t_3 – нормативный запас хранения мелких и средних поковок в среднесерийном производстве, $t_3 = 12$ дней ;

Φ – число дней в году, $\Phi = 365$;

q_{cp} – средняя грузонапряжённость площади склада, $q_{cp} = 4$ т/м²;

K_u – коэффициент использования площади склада, учитывающий наличие проходов и проездов, $K_u = 0,4$.

Склад готовых деталей предназначен для хранения деталей перед их отправкой на сборку. Площадь склада находим по формуле:

$$S_d = \frac{Q_d \cdot t}{\Phi \cdot q_{cp} \cdot K_u}, \quad (16.15)$$

где Q_d – масса деталей, проходящих через склад в течение года,;

$$Q_d = \frac{3 \cdot M_d \cdot T_{\Sigma H}}{50 \cdot t_{\Sigma K}} \quad (16.16)$$

Площадь вспомогательного склада в среднесерийном производстве определяется из расчёта 0,15 м² на единицу технологического оборудования.

Работниками складов являются кладовщики. На складе заготовок количество кладовщиков принимаем по одному на смену, на складе готовых деталей – 2 человека на смену. Таким образом, в каждую смену требуется по 3 кладовщика.

Заточка инструмента производится централизованно в инструментальном цехе завода, поэтому заточное отделение в цехе не создается.

Инструментально-раздаточный склад (ИРС) предназначен для хранения и учета оснастки, сбора и передачи в центральный инструментальный склад завода изношенной оснастки, сбора и передачи в ремонт и в заточку режущего инструмента, выдачи оснастки на рабочие места и обеспечения её возврата в ИРС.

Площадь для складирования инструментов $S_{инстр}$ определяется из расчёта на один металлорежущий станок обслуживаемого цеха при работе в две смены - $0,5 \text{ м}^2$. Для обслуживания слесарных мест площадь складирования $S_{слес}$ принимается в размере $0,15 \text{ м}^2$ на одного слесаря, причем учитывается суммарное для всех смен количество эти рабочих, т. к. в складе необходимо хранить инструменты для всех них. Площадь складирования приспособлений $S_{присп}$ принимается равной $0,4 \text{ м}^2$ на один металлорежущий станок обслуживаемого цеха при работе в две смены. Площадь складирования абразивов $S_{абр}$ определяется из расчета $0,4 \text{ м}^2$ на один станок, работающий абразивом. Общая площадь ИРС подсчитывается путём суммирования этих площадей. В неё входит и площади для хранения документации.

$$S_{ИРС} = S_{инстр} + S_{слес} + S_{присп} + S_{абр},$$

Работниками ИРС являются кладовщики-раздатчики в количестве двух человек (по одному человеку на смену) и старший кладовщик (работает в первую смену). Склад оборудуется стеллажами, столами и подставками.

Функцией мастерской по ремонту приспособлений и инструментов (РЕМПРИ) является мелкий ремонт оснастки. Капитальный ремонт осуществляется в инструментальном цехе завода. При количестве станков механических цехов, совместно расположенных в одном корпусе, менее 150 в каждом, создается централизованная корпусная мастерская

РЕМПРИ, в которой и производится текущий ремонт оснастки всех цехов корпуса. Мастерская в этом случае относится к подразделениям инструментального цеха завода.

Количество основных станков РЕМПРИ определяют по нормам технологического проектирования (табл. 4.3). Кроме них, в состав мастерских входит вспомогательное оборудование в количестве примерно 40% от числа основных станков этих мастерских, но не менее 3 и не более 11 единиц.

В число вспомогательного оборудования входят ручной или механизированный пресс, точило, настольно-сверлильный станок, сварочный агрегат, электроэрозионный станок для извлечения из отверстий деталей сломанного инструмента, обдирочно-шлифовальные станки и др.

Численность станочников определяется из расчёта 1,8 человека на каждый станок мастерской, а также принимается один сварщик, выполняющий по совместительству обязанности электроэрозиониста.

Общая площадь мастерской рассчитывается по удельной общей площади, приходящейся на один её основной станок и составляющей $22 - 24 \text{ м}^2$.

Таблица 4.3

Нормы для расчёта количества станков мастерской ремонта технологической оснастки и инструмента [20]

Число обслуживаемых станков механического цеха, ед.	Число основных станков в мастерской, ед.		
	Производство		
	крупносерийное	среднесерийное	мелкосерийное
100	3	3	2
160	4	4	3
250	6	5	4
400	8	7	6
630	11	10	8

Мастерская управляется одним старшим мастером и двумя сменными мастерами.

СОЖ подается в цех из заводского отделения по приготовлению СОЖ безрельсовым транспортом и переливается в баки станков. Эта работа выполняется рабочими-станочниками. По истечению срока службы СОЖ станочники сливают ее в промышленную канализацию.

Для сбора стружки между станками расставляется тара, в которую стружку собирают рабочие-станочники. Собранная стружка безрельсовым транспортом вывозится в заводское отделение по переработке стружки.

Поскольку принята централизованная организация ремонтных работ, то все работы по планово-предупредительным ремонтom оборудования и электропроводок, а так же межремонтному обслуживанию выполняется силами ремонтно-механического цеха. В цехе ремонтная служба не проектируется.

Цеховой транспорт.

Цеховой транспорт предназначен для перемещения грузов внутри цеха; он обслуживает станки, рабочие места, цеховые и складские помещения.

Для проектирования транспортной системы цеха требуется выбрать типы транспортных средств в зависимости от требуемой грузоподъемности и определить их количество, а также количество работников транспортной системы.

Для цехов непоточного производства рекомендуется в качестве напольных транспортных средств принимать электрокары из расчёта один кар на два механических участка. Количество кран-балок при необходимости следует принимать из расчёта одна кран-балка на пролёт цеха. Выбор моделей транспортных средств производится по таблицам кран-балок и электро-тележек.

Техническая характеристика опорных электрических кран-балок,
ООО «ТельферКран», Россия

Наименование показателей	Грузоподъёмность кран-балки			
	1 т	2 т	3,2 т	5 т
Пролёт (расстояние между опорными колёсами кран-балки), м	16,5 – 19,5		16,5 – 19,5	
	19,5 – 22,5		19,5 – 22,5	
	–		22,5 – 25,5	
	–		25,5 – 28,5	
Максимальная высота подъёма, м	6, 12, 18			
Величина недохода крюка кран-балки до стены, мм	1140	1165	1405	
Расстояние от крюка до подкранового рельса, мм	700	950	1165	1255
Управление кран-балкой	С пола с помощью пульта			

Технические характеристики платформенных электротележек
объединения «Балканкар», Болгария

Наименование показателей	Показатели по моделям тележек			
	ЕП 001.3	ЕП 006.2	ЕП 011.2	ЕП 301.2
Грузоподъёмность, кг	1000	2000	3000	2000
Габаритные размеры длина×ширина×высота, мм	1650×1050 ×570	2150×1130 ×800	2150×1300 ×800	2100×1420 ×800
Собственная масса, кг	850	1520	1720	1920
Скорость передвижения с грузом, км/ч	16	16	16	16
Ёмкость аккумуляторной батареи, А/ч	210	165	280	320

Количество транспортных средств определяется укрупнено из расчёта один кар на два участка механической обработки.

Количество водителей электрокаров принимается из расчёта один водитель на один кар на каждую смену.

Обслуживающие помещения.

Технологические бюро

Работниками бюро являются инженеры-технологи, количество которых принимается по одному на каждый участок. Возглавляет бюро начальник. Все они работают в первую смену.

Площадь помещения бюро $S_{ТБ}$ определяется из расчёта 6 м^2 на одного работающего в нём.

Планово-диспетчерское бюро

Работники ПДБ: плановик – один человек, диспетчеры – 2 человека, распределители работ – по одному человеку на каждый участок на смену, кладовщики и рабочие транспортной системы цеха. Руководит бюро его начальник.

Площадь рабочей комнаты руководителя и специалистов ПДБ $S_{ПДБ}$ определяется из расчёта 4 м^2 на одного работающего в ней (в число которых включаются руководитель, сменный диспетчер и плановик).

Бюро труда и заработной платы

В штат бюро входят: нормировщики, табельщики (по одному на каждую смену), нарядчик. Руководит работой БТиЗ его начальник. Площадь рабочей комнаты начальника и специалистов $S_{БТиЗ}$ определяется из расчёта 4 м^2 на человека.

Помещение табельной имеет площадь 9 м^2 .

Бюро цехового контроля

В состав БЦК входят контрольное отделение и контрольно-поверочный пункт.

Количество работников цеховой контрольной службы в среднесерийном производстве принимается в размере 7-9 % от числа производственных рабочих основного производства.

Число руководителей контрольной службы определяется как 0,6 – 0,8% от числа производственных рабочих:

Общая площадь контрольного отделения $S_{БЦК}$ определяется из расчёта 9 м^2 на одного человека.

Контрольно-поверочный пункт (КПП) предназначен для поверки средств измерения. Площадь КПП $S_{КПП}$ определяется из расчёта $0,1-0,2 \text{ м}^2$ на 1 станок основного производства, но не менее 25 м^2 в целом.

Бухгалтерия

Штатными работниками являются два бухгалтера и экономист. Руководит бухгалтерией старший бухгалтер-экономист.

Площадь рабочей комнаты бухгалтерии $S_{бух}$ определяется из расчёта 4 м^2 на одного работающего в ней.

Административные помещения

К административным помещениям относятся кабинеты начальника цеха, его заместителей, приёмная при кабинетах, комната старших мастеров и места сменных мастеров отделений и участков.

Площадь комнаты старших мастеров $S_{ст.м}$ определяется из расчёта 4 м^2 на количество старших мастеров.

Площадь кабинетов заместителей начальника цеха принимается по 9 м^2 , кабинета начальника цеха – 20 м^2 , приёмной - 10 м^2 .

Помещения бытового обслуживания

Расчёт площадей бытового обслуживания ведётся укрупнено по нормативам площади на одного работающего:

- гардеробные блоки – $2,6-2,8 \text{ м}^2$ на одного производственного и вспомогательного рабочего. При этом $\approx 35\%$ - женщины. $S_{ЖГ}$, $S_{МГ}$.

- туалеты – $0,2 \text{ м}^2$ на одного работающего в наиболее многочисленной смене, $S_{Ж}$, $S_{М}$.

- курительные помещения не предусматриваются;

- помещения общественного питания не предусматриваются;

- медпункт: при списочном составе от 151 до 300 человек принимается площадь медпункта – 18 м^2 ;

- комнаты отдыха – $0,2 \text{ м}^2$ на одного работающего в первой смене.

План расположения оборудования и рабочих мест на участке.

В данном разделе должны быть приведены решения по размещению основных и вспомогательных подразделений, а также обслуживающих помещений. Должны быть подготовлены исходные данные для выполнения графической части проекта, включая схему расположения рабочих мест на участке.

При этом должны быть решены следующие задачи:

- 1) выбор производственного здания;
- 2) обоснование размещения обслуживающих помещений (в производственном или вспомогательном здании);
- 3) разработка компоновки производственного и вспомогательного зданий;
- 4) составление схемы размещения оборудования на участке.

В рамках дипломного проекта проектируемый цех рекомендуется размещать в отдельном производственном здании.

Выбор параметров производственного здания производится в следующем порядке.

1. Выполняется расчёт вспомогательной площади.

Суммарная вспомогательная площадь цеха $S_{всп}$, м^2 , складывается из площадей, занимаемых складом заготовок $S_з$ и готовых деталей $S_д$,

вспомогательным складом $S_в$, инструментально-раздаточным складом

$S_{ИРС}$, мастерской по ремонту приспособлений и инструментов $S_{РЕМПРИ}$ (и другими вспомогательными подразделениями, если они предусмотрены в проектируемом цехе): $S_{всп} = S_з + S_д + S_в + S_{ИРС} + S_{РЕМПРИ}$.

Выбор производственного здания

В рамках дипломного проекта проектируемый цех рекомендуется размещать в отдельном производственном здании.

Выбор параметров производственного здания производится в следующем порядке.

1. Выполняется расчёт вспомогательной площади.

Суммарная вспомогательная площадь цеха $S_{всп}$, м², складывается из площадей, занимаемых складом заготовок $S_з$ и готовых деталей $S_д$, вспомогательным складом $S_в$, инструментально-раздаточным складом $S_{ИРС}$, мастерской по ремонту приспособлений и инструментов $S_{РЕМПРИ}$ (и другими вспомогательными подразделениями, если они предусмотрены в проектируемом цехе):

$$S_{всп} = S_з + S_д + S_в + S_{ИРС} + S_{РЕМПРИ} . \quad (11.13)$$

2. Определяется площадь магистральных проездов.

Ширина магистральных проездов $B_{МП}$, т. е. проездов, обслуживающих отделения и цехи, расположенные в одном здании, а также пожарных проездов, определяется по нормативам, приведённым в таблице.

Площадь магистральных проездов $S_{МП}$ составляет 40 – 60 % вспомогательной площади:

$$S_{МП} = (0,4 \dots 0,6) \times S_{всп} . \quad (11.14)$$

3. Определяется общая площадь цеха.

Общая площадь цеха $S_{общ}$ складывается из производственной $S_{пр.ц}$ и вспомогательной $S_{всп}$ площадей, а также площадей магистральных проездов $S_{МП}$:

$$S_{общ} = S_{пр.ц} + S_{всп} + S_{МП} . \quad (11.15)$$

4. Рассчитывается общая площадь обслуживающих помещений.

Площадь $S_{АБ}$, занимаемая административно-бытовыми помещениями, складывается из площадей, занимаемых кабинетами начальника цеха и его заместителей, а также приёмной при кабинетах, – $S_{нач}$, $S_{зам}$ и $S_{п}$ соответственно, площади технологического бюро $S_{тб}$, планово-диспетчерского бюро $S_{ПДБ}$, бюро труда и заработной платы $S_{БТиЗ}$, табельной $S_{таб}$, бюро цехового контроля $S_{БЦК}$, контрольно-поверочного пункта $S_{КПП}$, бухгалтерии $S_{б}$, комнаты старших мастеров $S_{ст.м}$, площадей мужского и женского гардеробных блоков $S_{МГ}$ и $S_{ЖГ}$, комнаты отдыха $S_{отд}$, туалетов $S_{М}$ и $S_{Ж}$, а также площади медпункта $S_{мед}$:

$$S_{АБ} = S_{нач} + 2 \times S_{зам} + S_{п} + S_{тб} + S_{ПДБ} + S_{БТиЗ} + S_{таб} + S_{БЦК} + (11.16) + S_{КПП} + S_{б} + S_{ст.м} + S_{МГ} + S_{ЖГ} + S_{отд} + S_{М} + S_{Ж} + S_{мед} .$$

5. На основании общей площади цеха $S_{общ}$ производится выбор размеров и количества унифицированных типовых секций производственного здания.

В первую очередь проверяется возможность использовать основные унифицированные типовые секции (72 x72 или 72 x144 м). Если площадь здания при этом оказывается слишком велика или, напротив, недостаточна для размещения производства, анализируют возможности использования дополнительных унифицированных типовых секций.

Количество и размеры унифицированных типовых секций принимаются таким образом, чтобы площадь производственного здания была равна или превышала общую площадь цеха $S_{общ}$, но не более чем на 600 м².

6. Выбирается сетка колонн здания.

Рекомендуется использовать укрупнённые сетки колонн 18x12 м или 24x12 м.

Размещение обслуживающих помещений

Обслуживающие помещения могут располагаться на свободных площадях производственного здания или во вспомогательном здании. Рекомендуется для дипломного проектирования выбирать последний вариант в целях упрощения соблюдения требований техники безопасности и санитарных норм.

Нормы ширины проездов [12]

Вид проезда	Наименование транспортных средств	Ширина проезда, мм	
		при одностороннем движении	при двустороннем движении
Магистральный	Напольные: электротележки, электротягачи, электропогрузчики		4500
	автопогрузчики, автомашины, уборочные машины и пр.		5500
Цеховой	Все виды напольного электротранспорта, кроме робокар	$A^x + 1400$	$2A + 1600$
	Робокары	$A^x + 400$	–
Пешеходный проход		–	1400

A^x – ширина груза (транспорта) в мм

Примечания: 1. Магистральные проезды предназначены для осуществления межцеховых перевозок в корпусе при двустороннем движении. 2. Магистральные проезды шириной 5500 для автотранспорта, уборочных машин и др. применять при соответствующем обосновании. 3. Количество и расположение магистральных проездов определяется компоновкой корпуса и схемой грузопотоков. 4. Ширина проезда вдоль наружных стен для протирки окон определяется шириной механизмов для указанных работ $A + 400$ мм. 5. Ширина канала стружкоуборки, размещенного вдоль проезда, не входит в ширину проезда. 6. При развороте транспорта на 90° ширина проезда определяется характеристикой транспорта. 7. Следует выбирать ширину цехового проезда из ряда чисел: 1400, 2000, 2200, 2600, 2800, 3000, 3200, 4000.

При размещении обслуживающих помещений во вспомогательном здании следует выбрать его размеры и этажность. При этом следует учитывать, что суммарная площадь всех этажей здания должна на 30 – 40 %

превышать общую площадь обслуживающих помещений S_{AB} (для размещения коридоров и лестничных площадок).

Количество этажей вспомогательного здания принимается таким образом, чтобы его высота не превышала принятую высоту производственного здания.

104

Рекомендуется для дипломного проектирования выбрать последний вариант в целях упрощения соблюдения требований техники безопасности и санитарных норм.

При размещении обслуживающих помещений во вспомогательном здании следует выбрать его размеры и этажность. При этом следует учитывать, что суммарная площадь всех этажей здания должна на 30 – 40 % превышать общую площадь обслуживающих помещений S_{AB} (для размещения коридоров и лестничных площадок).

Количество этажей вспомогательного здания принимается таким образом, чтобы его высота не превышала принятую высоту производственного здания.

11.7.3. Разработка компоновки производственного и вспомогательного зданий

Схема компоновочного плана производственного здания включается в состав пояснительной записки дипломного проекта. Разработка этой схемы производится в соответствии с рекомендациями раздела 8 данного пособия в следующем порядке.

1. Строится схема производственного здания в виде сетки продольных и поперечных разбивочных осей.
2. Принимается решение о направлении технологических потоков. При использовании подвесных кран-балок технологические потоки направляются вдоль пролётов. В остальных случаях технологические потоки могут направляться как вдоль, так и поперёк пролётов.
3. Устанавливаются размеры и расположение зон для размещения вспомогательных служб цеха.

Для этого находится отношение вспомогательной площади $S_{всп}$ к длине производственного здания. Полученный результат округляется до ближайшего целого и представляет собой ширину полосы $B_{всп}$, отведённой для размещения вспомогательных служб (рис. 11.1, а). Рекомендуется располагать площади вспомогательных служб симметрично вдоль обеих сторон производственного здания. Для этого ширину $B_{всп}$ делят пополам (рис. 11.1, б). Лишь том в случае, если ширина $B_{всп}$ составляет менее 7 м, вспомогательные подразделения размещаются вдоль одной стороны цехового здания (рис. 11.1, в).

При любом расположении вспомогательных служб глубина помещений $B_{всп}$ не должна превышать 12 м исходя из требований к естественному освещению производственных помещений.

4. Намечается расположение вспомогательных служб в выделенных зонах. Допускается увеличивать расчётные площади в случае, если стена подразделения оказывается расположенной поперёк оконного проёма.
5. Намечается расположение магистральных проездов принятой ширины с обеих сторон здания (рис. 11.1).

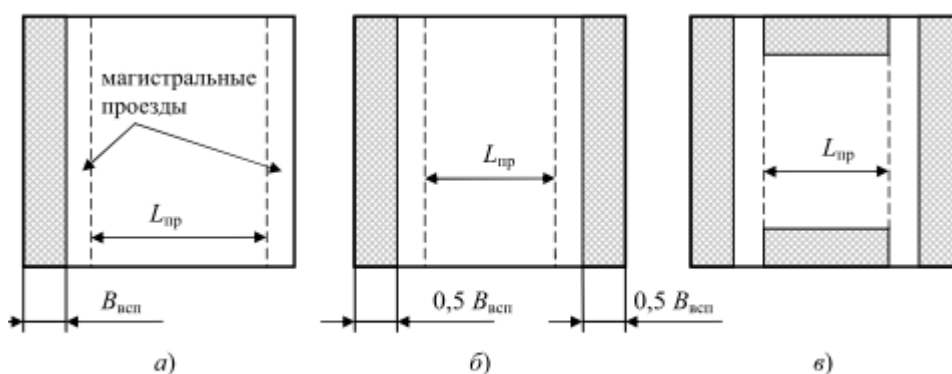


Рис. 11.1. Размещение вспомогательных служб: а) с одной стороны производственного здания; б) вдоль двух сторон; в) вдоль четырёх сторон

Ширина подразделений $B_{пр}$ определяется как частное от деления их площади $S_{пр}$ на длину $L_{пр}$, определённую по компоновочному плану. Полученный результат округляется в ближайшую сторону.

На свободной площади здания указывается расположение производственных подразделений (рис. 11.2), причём термоконстантное отделение не должно размещаться возле наружной стены здания.

Окончательно расположение всех производственных и вспомогательных подразделений уточняется в графической части проекта.

Разработка компоновки вспомогательного здания осуществляется в соответствии с рекомендациями, изложенными в этом разделе.

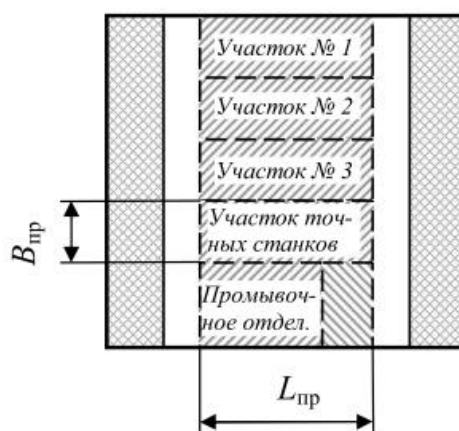


Рис. 11.2. Размещение производственных подразделений

РАЗМЕЩЕНИЕ ЦЕХА

В этом разделе обосновывается выбор промышленных зданий, в которых будет располагаться проектируемый цех. Здания делятся на производственные и вспомогательные. Основные (производственные) и вспомогательные участки и отделения, а также склады цеха размещаются в производственных зданиях. Во вспомогательных зданиях можно размещать только обслуживающие помещения.

Малые механические цехи размещаются в одном здании (корпусе) совместно с другими механическими и сборочными цехами основного или вспомогательного производств завода, поскольку реализуемые в них производственные процессы относятся к одной группе по санитарной характеристике. Вариант размещения диктуется достижением максимальной экономичности производственного процесса, осуществляемого в масштабах завода. Например, если в механическом цехе изготавливаются средние или крупные детали, то он в обязательном порядке размещается в корпусе совместно со сборочным цехом, где эти детали, соединяясь с другими, образуют те или иные сборочные единицы. В других случаях малый механический цех рациональнее размещать совместно с инструментальным и ремонтно-механическим цехами или несколько малых механических цехов совместно с крупным механическим цехом.

Для предприятий машиностроения используют промышленные здания каркасного типа, собираемые из унифицированных типовых секций (УТС) заводского изготовления, размеры которых устанавливаются по единой модульной системе исходя из основного модуля (М), равного 100 мм. УТС представляют собой объёмную часть здания и состоят из одного или нескольких пролётов одинаковой длины. Ширину пролётов и шаги размещения колонн принимают равными укрупнённым модулям:

60М (6 м) или 30М (3 м). Высота помещений принимается кратной 12М (1,2 м) или 6М (0,6 м).

Производственные здания могут быть одноэтажными и многоэтажными. Цехи заводов среднего и тяжёлого машиностроения, как правило, располагают в одноэтажных

производственных зданиях, лёгкого машиностроения и приборостроения – в многоэтажных.

Для одноэтажных промышленных зданий основные УТС (для продольных пролётов) имеют размеры 72 x144 и 72 x 72 м (первый размер соответствует длине пролёта, второй – ширине здания); дополнительные

(для поперечных пролётов) – 24 x72, 47 x72 и 30 x 72 м. Чаще всего используют укрупнённые сетки колонн с размерами 18 x12 и 24 x 12 м, где 12 – шаг колонн, м; 18 и 24 – ширина пролёта, м. Основные секции могут быть крановыми и бескрановыми, с высотой пролёта 6; 7,2; 8,4 м для бескрановых и 10,8; 12,6 м для крановых зданий (Приложения 11, 12).

Применение многоэтажных промышленных зданий допускается при нагрузке на межэтажное перекрытие не более 20 кН/м². Основные УТС в этом случае имеют размеры 48 x24, 48 x36 и 48 x48 м. Наиболее часто применяют сетки колонн с размерами 6 x12, 6 x 18 и 6 x24 м.

При назначении высоты здания учитывается высота применяемого оборудования, подъёмно-транспортных механизмов, изготавливаемых изделий, вертикальные расстояния между ними и элементами конструкции здания, а также требования санитарных норм в отношении естественной освещённости, минимальных объёмов – 15 м³ и площади – 4,5 м² помещения, приходящегося на каждого работающего в нём.

Для удешевления конструкции здания и строительных работ необходимо стремиться к тому, чтобы все его пролёты по ширине, длине, высоте, шагу колонн и направлению были однообразными, а само здание имело наиболее простую форму в плане, т. е. прямоугольную.

Естественное освещение одноэтажных производственных зданий осуществляется через окна и светоаэрационные фонари. В крайних пролётах фонари не предусматриваются. Многоэтажные здания освещаются через окна. Окна могут выполняться в виде ленты или отдельных проёмов.

Размеры всех оконных проёмов и простенков между ними в здании должны быть одинаковыми.

Помещения санитарно-бытового и административно-культурного обслуживания работающих и служащих на машиностроительных заводах располагают в пристройке к производственным зданиям, в отдельно стоящих зданиях или непосредственно в производственных. Последнее нежелательно из-за большой стоимости 1 м² производственной площади и сложно реализуемых по СНиП 2.09.04-87* необходимых санитарно-гигиенических условий. Пристройки примыкают либо со стороны торцовых, либо со стороны продольных стен (рис. 7.1). Предпочтителен первый вариант.

В отдельных случаях санитарно-бытовые и административно-конторские помещения располагают в подвалах или полуподвалах, на антресолях, свободных производственных площадях, в межферменном пространстве, в специальных надстройках над производственным зданием, что также нежелательно.

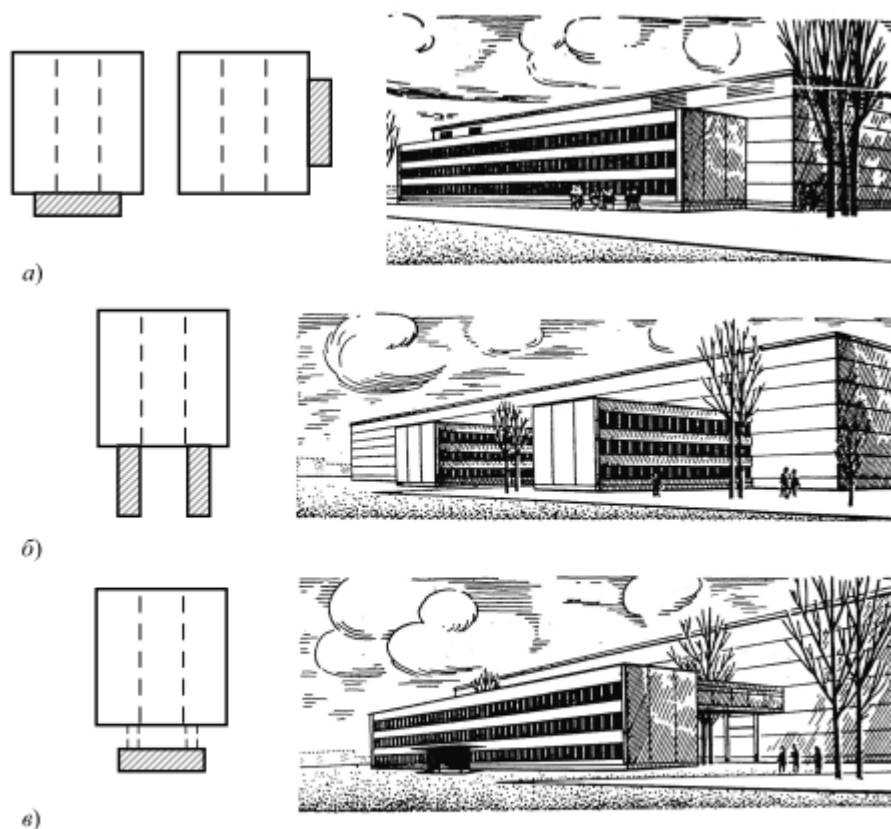


Рис. 7.1. Варианты возможного расположения производственных и вспомогательных зданий [27]: *а* и *б* – пристроенные; *в* – отдельно стоящие. Слева – планы (вид сверху), справа – фасады

Объёмно-планировочные решения административно-конторских и санитарно-бытовых помещений пристраиваемых или отдельно стоящих вспомогательных зданий унифицированы (СНиП 2.09.04-87* Административные и бытовые здания). Они komponуются из УТС длиной 36, 48, 60 м и шириной 12 или 18 м. В основу этих УТС положены сетки колонн $(6 + 6) \times 6$ м, т. е. с двумя пролётами шириной 6 м и шагом колонн 6 м, или $(6 + 6 + 6) \times 6$. Для отдельно стоящих вспомогательных зданий ширина составляет 18 м с тремя пролётами шириной по 6 м. Длина секций унифицированного ряда составляет 36, 48 и 60 м. Имеются варианты двух-, трёх- и четырёхэтажных пристроек и зданий, причём первый этаж пристройки может использоваться для размещения вспомогательных отделений цеха. Высота первого этажа в этом случае может быть 4,2 м. При размещении административных и бытовых помещений высоту этажа (от пола до пола) принимают равной 3,3 м.

При проектировании новых цехов административно-конторские и санитарно-бытовые помещения следует размещать во вспомогательном здании, примыкающем к основному производственному зданию. При этом следует руководствоваться приведёнными ниже рекомендациями:

– пристройка делится по глубине на зону административно-технических помещений и зону помещений санитарно-гигиенического обслуживания. Группа санитарно-гигиенических помещений располагается в глубине пристройки, в наиболее тёмной и шумной зоне, а административные помещения, помещения пунктов питания и здравпунктов вынесены в наружную, наиболее освещённую и тихую зону, изолированную от производственных помещений;

- на первом этаже вспомогательных зданий размещаются туалеты, комнаты для курения, табельные, гардеробно-душевые блоки, умывальные, помещения общественного питания, медпункты. При недостатке площади часть этих помещений можно размещать на втором этаже;
- ширина помещений не должна быть менее 2 м; площадь отдельных помещений не должна быть менее 9 м²;
- гардеробные располагают близко ко входам в здание;
- душевые следует располагать смежно с гардеробными;
- душевые и преддушевые не рекомендуется располагать у наружных стен;
- умывальные необходимо размещать смежно с гардеробными;
- санузлы в многоэтажных зданиях должны быть на каждом этаже;
- курильные следует размещать смежно с санузлами;
- помещения, в которых используется вода, размещают по этажам на одной вертикали, чтобы использовать общие водопроводные и канализационные стояки;
- расстояние от рабочих мест до помещений общественного питания при продолжительности обеда 30 мин не должно превышать 300 м;
- медицинский пункт располагают на первом этаже вспомогательного здания вблизи наиболее многолюдных участков;
- административно-канторские помещения в многоэтажном здании следует располагать на 2 – 3 этаже;
- аппарат цеха размещают вблизи кабинетов начальника и его заместителей.

Ниже приведены основные сведения о конструктивных элементах производственных и вспомогательных зданий.

Колонны (рис. 7.2). Конструкция сборных железобетонных колонн зависит от объёмно-планировочного решения промышленного здания и наличия в нём того или иного вида подъёмно-транспортного оборудования определённой грузоподъёмности. В связи с этим железобетонные колонны подразделяют на две группы. Колонны, относящиеся к первой группе, предназначены для зданий без мостовых кранов, в бескрановых цехах и в цехах, оснащённых подвесным подъёмно-крановым оборудованием (кран-балки, подвесные монорельсы с тельферами). Колонны, относящиеся ко второй группе, применяют в цехах, оборудованных мостовыми кранами. По местоположению в здании колонны разделяют на крайние, средние и располагаемые у торцевых стен.

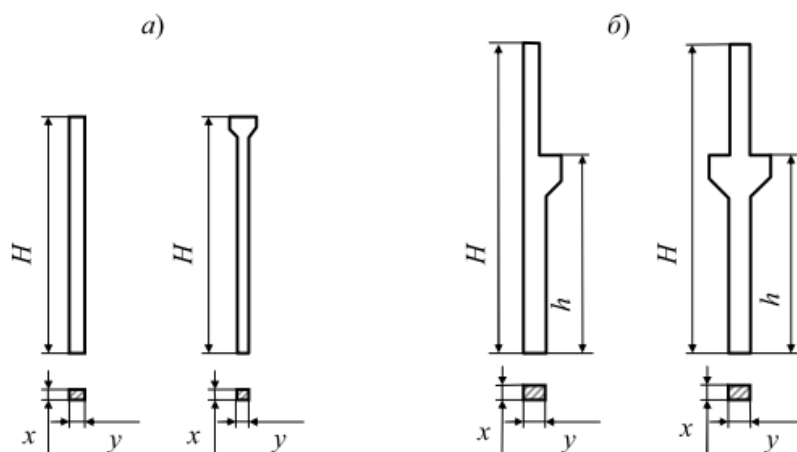


Рис. 7.2. Колонны: *а* – для бескрановых зданий; *б* – для крановых зданий;
 x, y – размеры поперечного сечения колонн

Для зданий без мостовых кранов, имеющих высоту от пола до низа несущих конструкций покрытия до 9,6 м, применяют колонны сечением 400 x 400, 500 x 500 и 600 x 500 мм. Средние колонны имеют сечение 400 × 400 мм и в месте опирания несущих конструкций покрытия – консоли со стороны двух боковых граней. Выбор сечения колонны зависит от размеров пролётов и их числа, величины шага колонн, наличия подстропильных конструкций, подвешенного транспорта и конструктивного решения покрытия.

В тех случаях, когда бескрановое здание должно иметь высоту более 9,6 м, можно использовать колонны для зданий с мостовыми кранами. Сечения средних и крайних колонн для таких зданий при шаге колонн 6 м – 400 x 600 и 400 x 800 мм, а при шаге 12 м – 500 x 800 мм.

Стены. Наружные стены зданий делают из кирпича, крупных блоков из лёгких или ячеистых бетонов, и из стеновых панелей. Кирпичные стены применяют для небольших отдельно стоящих зданий и для участков стен с большим числом технологических отверстий, дверей, ворот и других проёмов. Толщина каменных наружных стен зависит от теплотехнических требований и составляет 250 – 510 мм.

Толщина наружных стен из крупных блоков в зависимости от района строительства может составлять 300, 400 или 500 мм, а внутренних стен – 300 мм.

Панельные стены из армированных лёгких и ячеистых бетонов обеспечивают сокращение трудоёмкости строительства и резкое уменьшение массы зданий, что привело к их использованию почти на всех строящихся объектах различных отраслей промышленности. Толщина панелей по теплотехническим и конструктивным расчётам может приниматься 160, 200, 240 и 300 мм.

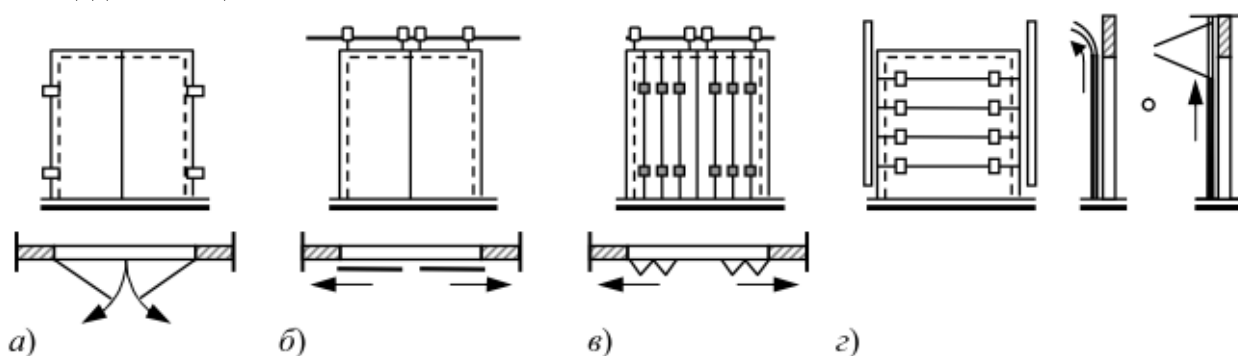
Перегородки. Перегородки в промышленных зданиях в большинстве случаев устраивают сборно-разборными на высоту, меньшую высоты помещений цеха. Такое решение обеспечивает быстрый демонтаж в случае изменения технологического процесса производства. Если в цехе имеются отдельные участки с различным климатическим режимом, то для их ограждения устанавливают специальные перегородки на всю высоту помещения. Толщина перегородок из кирпича составляет 60 или 125 мм, из шлакобетона – 90 или 190 мм.

Перегородки во вспомогательных зданиях для бытовых и конторских помещений делают деревянными оштукатуренными.

Ворота. Для ввода в промышленные здания транспортных средств, перемещения оборудования и прохода большого числа людей устраивают ворота. Их размеры увязывают с требованиями технологического процесса и унификации конструктивных элементов стен. Так, для проезда электрокаров применяют ворота шириной 2 м и высотой 2,4 м, для автомашин различной грузоподъёмности – 3 x 3, 4 x 3 и 4 x 3,6 м. По способу открывания ворота подразделяют на распашные, раздвижные, складчатые (многостворчатые), подъёмные (рис. 7.3). Полотна ворот выполняют из дерева, из дерева со стальным каркасом и из стали. Ворота могут быть утеплёнными, холодными, с калитками и без них. Полотна ворот открывают как вручную, так и с помощью специальных механизмов.

Наиболее широко применяют распашные ворота. Однако при больших габаритах проёма такие ворота имеют большую массу и малоудобны в эксплуатации. В этих случаях, а также когда площадь помещения ограничена, применяют раздвижные ворота. Такие

ворота применяют в неотапливаемых зданиях, где неплотность притворов не имеет существенного значения. Складчатые и подъёмные ворота применяют при стеснённой площади помещения.



Обозначения ворот на планировках производственных помещений

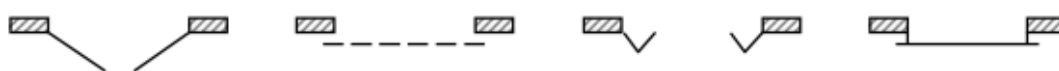


Рис. 7.3. Ворота: а – распашные; б – раздвижные; в – складчатые, г – подъёмные

Коридоры. Архитектурным стержнем планировки вспомогательных помещений являются коридоры. Ширину коридоров следует принимать в соответствии с рис. 7.4 в зависимости от направления открывания дверей и ширины дверного полотна *б*. В нешироких (до 12 м) пристройках к

производственным зданиям коридор располагается, как правило, вдоль стены, смежной с цехом, являясь, таким образом, связующим звеном между производственными и вспомогательными помещениями. В более широких пристройках и отдельно стоящих зданиях предпочтительно расположение коридора по оси здания.

Двери. Размеры, количество и расположение дверей определяют с учётом числа людей, находящихся в помещении, вида здания и других факторов. Двери состоят из коробок, представляющих рамы, укреплённые в дверных проёмах стен, и полотен, навешиваемых на дверные коробки.

По количеству полотен двери могут быть одно- и двупольные и полуторные (с двумя полотнами неравной ширины). Однопольные двери обычно принимают шириной 600, 700, 800, 900 и 1100 мм, двупольные – 1200, 1400 и 1800 мм.

Согласно СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений», двери эвакуационных выходов и другие двери на путях эвакуации должны открываться по направлению выхода из здания. Не нормируется направление открывания дверей для:

- помещений с одновременным пребыванием не более 15 человек, кроме помещений категорий А и Б (взрывопожароопасные помещения, в которых находятся горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости и вещества, способные воспламениться или взрываться при контакте с воздухом или друг с другом);
- кладовых площадью не более 200 м² без постоянных рабочих мест;
- санитарных узлов.

Ширина горизонтальных участков эвакуации должна составлять не менее 1 м (рис. 7.4).

При дверях, открываемых из помещений в коридоры, за ширину эвакуационного пути по коридору следует принимать ширину коридора, уменьшенную:

- на половину ширины дверного полотна *б*, при одностороннем

расположении дверей;

– на ширину дверного полотна b – при двустороннем расположении дверей.

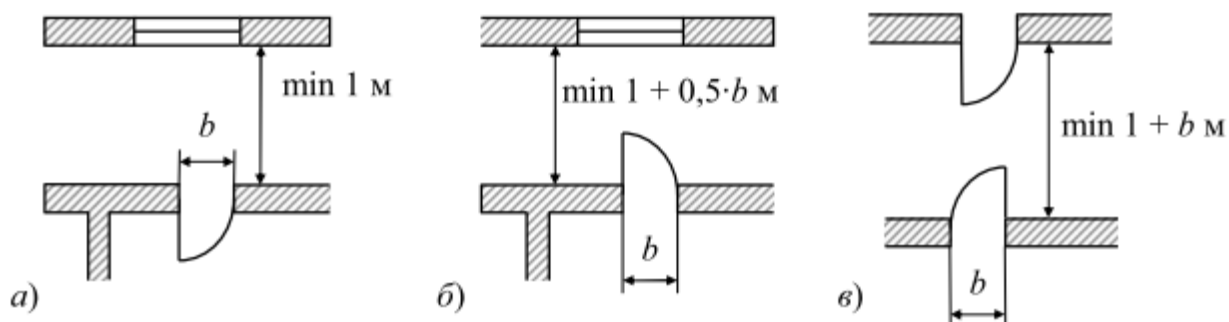


Рис. 7.4. Ширина коридора в случаях: a – двери открываются в помещение; b, v – двери открываются в коридор

Тамбуры. Тамбуры или воздушно-тепловые завесы применяют при зимних температурах воздуха минус $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже. Тамбуры для прохода людей делают с двумя дверями, отстоящими одна от другой на расстоянии не менее 200 мм, при этом глубина тамбура должна быть не менее 1,2 м.

Ширина тамбура должна превышать ширину дверных проёмов не менее, чем на 250 мм с каждой стороны.

Окна. Естественное освещение помещений обеспечивается через окна, выполненные в виде отдельных проёмов, размеры которых должны быть одинаковыми. Одинаковую необходимо выдерживать и ширину простенков (минимальная ширина простенка составляет 0,6 м). Размеры окон и варианты остекления зданий приведены на рис. 7.5.

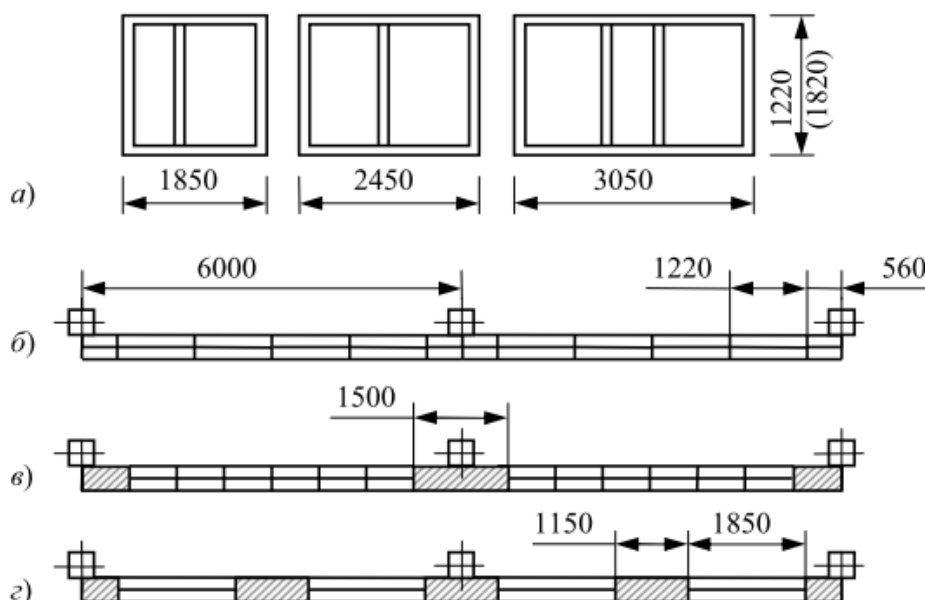


Рис. 7.5. Окна зданий: a – размеры оконных проёмов по ГОСТ 12506-81; поперечные разрезы: b – ленточное остекление производственных зданий; v – вариант проёмного остекления производственных зданий; z – вариант проёмного остекления производственных и вспомогательных зданий

Лестничные клетки. Сообщение между этажами в многоэтажных вспомогательных зданиях осуществляется с помощью лестниц и лифтов.

Используются двухмаршевые лестницы, размещаемые в негорюемых помещениях – лестничных клетках, изолированных от других помещений.

Размеры в плане лестничных клеток 6х3 м (рис. 7.6). Высота лестничного марша – 1650 мм, ширина – 1350 мм. Суммарная ширина лестничных клеток принимается 2,8 или 3,2 м, длина – 5,6; 6,0; 6,8 м. Лестничные клетки являются эвакуационными выходами, поэтому оборудуются распашными дверями, открываемыми наружу по направлению движения. При входе с улицы на лестницу предусматриваются тамбуры, глубина которых должна превышать ширину дверного полотна на 0,4 – 0,5 м.

Пассажирскими или грузопассажирскими лифтами вспомогательные здания оборудуются тогда, когда разница в отметках полов нижнего и верхнего этажей составляет 12 м и более. Лифтовые шахты обычно блокируются с лестничными клетками.

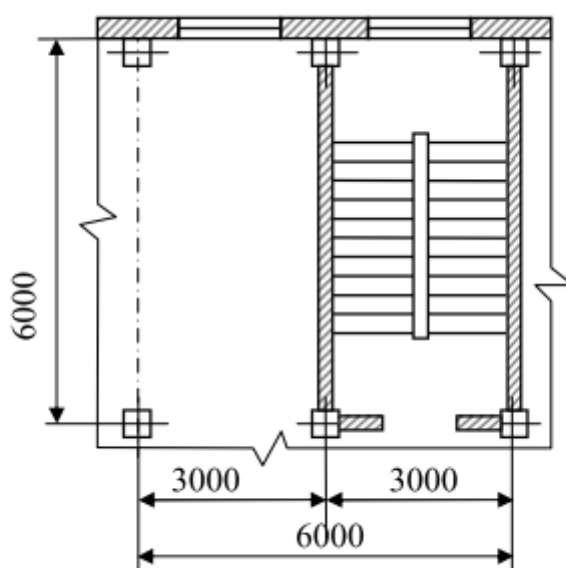


Рис. 7.6. Размеры лестничных клеток во вспомогательном здании

Схема размещения оборудования позволяет установить последовательность расстановки оборудования в соответствии с ходом технологического процесса и служит основой для последующей разработки детальной планировки оборудования.

Схема составляется для участка изготовления детали-представителя.

Исходными данными для работы служат расчётная таблица (табл. 11.1), ведомость оборудования участка (табл. 11.4) и коэффициенты многостаночного обслуживания K_m для автоматизированного оборудования, рассчитанные при определении количества производственных рабочих.

Оборудование и места расположения контролёров и мастеров изображают в виде прямоугольников в произвольном масштабе, но такой величины, которая позволила бы разместить рисунок на странице.

Принимается вариант размещения оборудования и рабочих мест в два ряда вдоль пролёта. Заготовка будет совершать зигзагообразное движение в этих рядах, постепенно превращаясь в деталь по мере приближения к завершающей операции обработки (рис. 11.3).

Производственное оборудование на схеме обозначается указанием моделей и номерами выполняемых на них операций, в связи с чем некоторые виды оборудования будут иметь одинаковые номера, а некоторые – несколько номеров.

Остальные компоненты участка, показанные на рисунке, обозначаются начальными буквами их наименования. Например, контрольный стол – «КС», место мастера – «ММ».

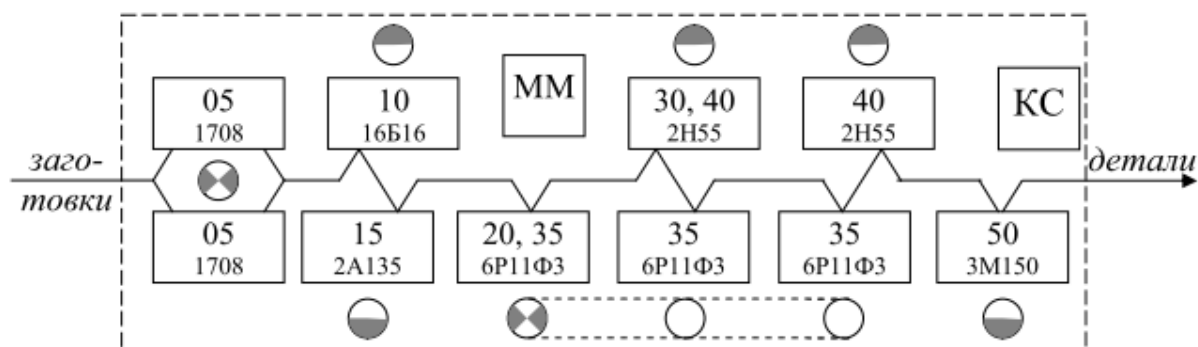


Рис. 11.3. Схема участка

По завершении схемы следует нанести на эскиз траекторию движения заготовок по рабочим местам. Она изображается сплошной линией со стрелками и называется технологической линией.

Схема размещения оборудования составляется в следующем порядке. Вначале по расчётной таблице (табл. 11.1) находится расчётное количество оборудования для выполнения каждой из операций. Далее принимается решение, какие операции закрепляются за каждой единицей оборудования. При этом принятое по всем операциям суммарное количество

оборудования конкретной модели должно быть равно его количеству, имеющемуся на участке (проверяется по ведомости оборудования участка, табл. 11.4).

Принятое для каждой операции количество оборудования располагается на схеме участка по ходу выполнения технологического процесса.

Возле оборудования показываются места рабочих с учётом возможности многостаночного обслуживания.

Наконец, на схему наносится линия технологического потока, указывающая последовательность обработки детали-представителя.

Схема расстановки оборудования (рис. 11.3) приводится в пояснительной записке. Детальный план расположения оборудования показывается в графической части дипломного проекта.

Планировка участка изготовления детали-представителя составляется на основе ранее разработанной схемы расстановки оборудования.

Работа начинается с обозначения левой и верхней границ участка. Затем на участке отмечается положение первого станка схемы (на рис. 9 – левый верхний станок, операция 5). Далее определяется положение первого станка, стоящего в нижнем ряду. Работа продолжается аналогичным образом до тех пор, пока не будет расставлено всё оборудование.

Также на участке выделяются площадь размером 2×2 м для размещения сменного мастера и контрольная площадка с размерами 2×2 м или 2,5×2,5 м, оборудованная рабочим столом контролёра.

Окончательно проводятся границы участка с учётом норм расстояний до оборудования.

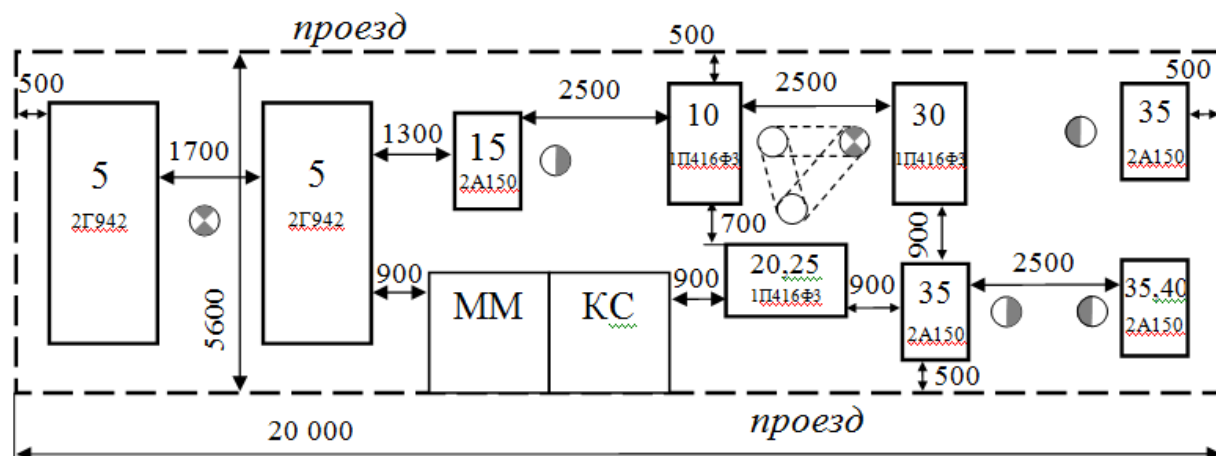


Рисунок 10. Планировка оборудования производственного участка

Желательно, чтобы ширина и длина участка не превышали параметров, установленных на компоновочном плане; в противном случае придётся вносить корректировки в компоновочный план цеха.

3. Экономическая часть

Расчет себестоимости изделия

3.1. Расчёт материальных затрат на одно изделие

На основании данных, полученных при проектировании технологического процесса, заполнить таблицы 3.1 – 3.3.

Таблица 3.1. Расчёт сырья и материалов на одно изделие

№ сбороч. узла и деталей	Кол-во деталей на изделие	Вес (кг)		отходы	Цена за 1 кг		Стоимость (руб.)			
		чёрн.	чист.		матер	отходы	материал		отходы	
							узел	компл	узел	компл
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.										
1.1										
...										
ИТОГО										

Таблица 3.2. Расчёт покупных комплектующих изделий и полуфабрикатов на одно изделие

№ п/п	Наименование комплектующего	Ед. изм.	Оптовая (отпускная) цена	Норма расхода	Стоимость комплектующих изделий,
-------	-----------------------------	----------	--------------------------	---------------	----------------------------------

	изделия и полуфабриката		(руб.)		полуфабрикатов на одно изделие (руб.)
1	2	3	4	5	6
1.					
2.					
...					
	ИТОГО				

Таблица 3.3.Расчёт материальных затрат на одно изделие

№	Статьи калькуляции	Сумма
1	«Сырьё и материалы» (табл. 1)	
2	«Покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты» (табл. 2)	
3	«Возвратные отходы» (вычитаются) (табл. 1)	
4	«Транспортно-заготовительные расходы» (ТЗР), принимаем 15% от стоимости сырья, материалов и комплектующих	
5	ИТОГО «Материальные затраты» (МЗ)	

3.2. Расчёт трудовых затрат

Определить нормы времени и разряды работ для каждой операции технологического процесса обработки детали.

Таблица 3.4.Технологический процесс обработки детали

№ операции	Наименование операции	Оборудование	Норма времени, мин.	Разряд работ

Рассчитать необходимое количество оборудования и его загрузку.

Расчёт количества оборудования производится в зависимости от формы организации производства.

Для серийного производства расчёт необходимого количества оборудования каждого типоразмера производится по формуле:

$$C_p = N \times t_{ш.к.} / F_d \times K_{в.н.} \times 60, \text{ где}$$

C_p – расчётное количество оборудования,

$t_{ш.к.}$ – норма штучно-калькуляционного времени на операцию, мин.,

F_d – действительный годовой фонд времени работы станка, ч., (принимаем 4015ч.),

$K_{в.н.}$ – планируемый коэффициент выполнения норм.

Расчётное количество оборудования (C_p) округляется до ближайшего целого числа в большую сторону и определяется принятое количество оборудования (C_n).

Коэффициент загрузки оборудования определяется по формуле:

$$K_3 = C_p / C_n$$

Средний коэффициент загрузки всего оборудования на участке определяется по формуле:

$$K_{3.ср.} = \Sigma C_p / \Sigma C_n$$

Расчёт производится в таблице 3.5.

Таблица 3.5. Необходимое количество оборудования

Номер операции	Наименование операции	Норма времени, мин.	Количество станков		Коэф. загрузки K_3
			расчётное	принятое	
1.					
...					
ИТОГО	-	$N_{вр} =$	-	$C_n =$	$K_{3.ср} =$

Следует стремиться к тому, чтобы величина среднего коэффициента загрузки на участке была не менее 85%. Если полученный средний коэффициент загрузки оборудования ниже допустимого, т.е. трудоёмкость изготовления деталей недостаточна для нормальной загрузки оборудования, необходимо догрузить его аналогичными деталями других типоразмеров.

Количество догружаемых деталей для каждого типа оборудования определяется по формуле:

$$N_{дог.} = F_d \times 60 \times (C_n \times K_3 - C_p) / t_{ш.к.догр.} \times K_y,$$

где K_3 – коэффициент загрузки оборудования данного типа после догрузки (0,85-0,95),

$t_{ш.к.догр.}$ – норма времени на догружаемую деталь, мин.,

K_y – коэффициент ужесточения норм времени (0,91 – 0,98).

Рассчитать трудоёмкость продукции и численность основных производственных рабочих (сдельщиков) по цехам, задействованным в технологическом процессе.

Расчёт численности основных рабочих ведётся по формуле:

$$P_o = (N \times t_{ш.к.} + N_{догр.} \times t_{ш.к.догр.}) / F_{д.р.} \times K_{в.н.} \times 60, \text{ где}$$

$F_{д.р.}$ – действительный расчётный годовой фонд времени работы станка, ч., (принимается 1860ч.).

Таблица 3.6. Сводная ведомость численности основных рабочих

Наименование цехов	Профессия основного рабочего	Разряд	Расчётное число рабочих	Принятое число рабочих
1.				
...	...			
	Итого	-	-	

Рассчитать фонд оплаты труда каждой категории работающих в соответствии с принятой на предприятии системой оплаты труда:

Сдельная расценка основных производственных рабочих:

$$P_{сд} = C_{ч} \times t_{шк} \times K_{т} / 60, \text{ где}$$

$C_{ч}$ – среднечасовая тарифная ставка рабочего 1 разряда (определяется по данным предприятия),

$t_{шк}$ – норма штучно-калькуляционного времени, мин.,

$K_{т}$ – тарифный коэффициент, соответствующий разряду работ (таблица 3.7).

Таблица 3.7. Тарифные коэффициенты (определяются по данным предприятия)

Разряд	1	2	3	4	5	6
Тарифный коэффициент						

По результатам расчётов заполняется таблица 3.8.

Численность вспомогательных рабочих принимаем согласно общемашиностроительным нормам обслуживания в цехах (производится по данным учебника «Машиностроительное производство» В.Ю. Шишмарёва) и заполняем таблицу 3.10.

Таблица 3.10. Сводная ведомость рабочих

№ п/п	Группы и категории	Численность
1	Рабочие	
1.1	основные	
1.2	вспомогательные	

На основании полученных данных заполняется таблица 3.11.

Таблица 3.11. Фонд оплаты труда работающих, тыс. руб.

№ п/п	Фонд оплаты труда	Сумма, тыс. руб.
1	2	3
	Всего:	
1	основных производственных рабочих	
2	вспомогательных рабочих	

Задание 3.3 Расчёт среднегодовой стоимости основных средств.

Информацию для расчёта получают по данным предприятия (форма № 5 баланса).

В таблице 3.12 дать основные характеристики используемого оборудования

Таблица 3.12. Характеристика оборудования

Наименование станка	Модель станка	Габариты станка	Кол-во станков	Мощность двигателя	
				одного	всех
1.					
...					
Итого	-	-	-	-	-

Таблица 3.13. Среднегодовая стоимость основных средств

1 Показатель	2 N_a , %	Стоимость оборудования в начале периода, тыс. руб.	Стоимость оборудования в конце периода, тыс. руб.	Среднегодовая стоимость оборудования, тыс. руб.	$\sum AO$, тыс. руб.
1	2				
Оборудование:					
.....					
ИТОГО					

Среднегодовая стоимость оборудования определяется по формуле:

$$OC_{\text{ср.г.}} = (OC_{\text{н.п.}} + OC_{\text{к.п.}}) / 2, \text{ где}$$

$OC_{\text{н.п.}}$, $OC_{\text{к.п.}}$ – стоимость оборудования в начале и в конце периода соответственно,

Сумма амортизационных отчислений в год:

$$\sum AO = N_a \times OC_{\text{ср.г.}}, \text{ где}$$

N_a – норма амортизации по объекту основных средств, %;

$OC_{\text{ср.г.}}$ – среднегодовая стоимость основных средств, тыс. руб.

По результатам расчётов принимаем сумму амортизационных отчислений в зависимости от норм времени на выполнения работ.

3.4. Калькулирование себестоимости продукции.

На основании данных полученных при выполнении заданий 3.1 – 3.3, а также данных полученных на предприятии заполнить таблицу 3.14.

Таблица 3.14. Сводная калькуляция себестоимости изделия, руб.

Наименование изделия	Материальные затраты	Затраты на оплату труда	Отчисления на социальные нужды	Амортизация ОС
1	2	3	4	5

Прочие затраты	Производственная себестоимость	Коммерческие расходы	Полная себестоимость
6	7	8	9

«Отчисления на социальные нужды» определяются на основании данных предприятия, с учётом отчислений на страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

«Прочие затраты» принимаются равными 20% от фонда оплаты труда основных и вспомогательных рабочих..

«Коммерческие расходы» принимаются равными 15% от фонда оплаты труда основных и вспомогательных рабочих..

3.5. Выводы и рекомендации.

На основании произведённых расчётов выявить резервы снижения себестоимости изделия

Техника безопасности и охрана труда.

В данном пункте рассматриваются вопросы техники безопасности и охраны труда при работе на металлорежущих станках для проектируемого технологического процесса по теме дипломного проекта.

Список литературы

1. Стандарт организации СТО НГТИ-3-2015. Выпускная квалификационная работа. Общие требования к организации проектирования, содержанию и оформлению выпускных квалификационных работ. Новоуральск: НГТИ, - 2014. – 57 с.
2. Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения. М.: Изд-во стандартов, - 2014. – 250 с.
3. Машиностроительные материалы. Справочник. М.: Машиностроение, - 2012. – 511 с.
4. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога. М.: Машиностроение, - 2012. – 288 с.
5. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие / А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. – М.: ОООИД «Альянс», 2007. – 256 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2013. – 912 с.
7. Локтева С.Е. Станки с программным управлением. М.: Машиностроение, - 2013. – 288 с.
8. Шарин Ю.С. Технологическое обеспечение станков с ЧПУ. – М.: Машиностроение, - 2013. – 176 с.
9. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов / Л.В. Худобин, В.Ф. Гурьянихин, В.Р. Борзин. – М.: Машиностроение, - 2012. – 288 с.
10. Палей М.А. и др. Допуски и посадки: Справочник: в 2 ч. 1^е изд. Перераб. и доп. – Л.: Политехника, 2012.
11. Ашихмин В.Н., Закураев В.В. Размерный анализ при технологическом проектировании: учебное пособие / В.Н. Ашихмин, В.В. Закураев. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2015.– 93 с.
12. Общестроительные нормативы времени и режимов резания для нормативных работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Ч.2. Нормативы режимов резания. – М.: Экономика, - 2014. – 473 с.
13. Режимы резания металлов: Справочник / Ю.В. Барановский, Л.А. Брахман, А.И. Гдалевич и др. – М.: НИИТавтопром, - 2014. – 456 с. (издание 4^е, дополненное)
14. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / В.И. Баранчиков, А.В. Жариков и др. Под общей ред. В.И. Баранчикова. - М.: Машиностроение, - 2013. – 400 с.
15. Справочник инструментальщика/ И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.И. Шевченко и др.; Под общ. ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение, 2012. – 846 с.

16. Общестроительные нормативы вспомогательного времени на обслуживание рабочего места работы, выполняемы на металлорежущих станках. Массовое производство. – М.: Экономика, - 2013. – 365 с.
17. Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Единичное, мелкосерийное и серийное производство. Ч. 2. Фрезерные станки. – М.: Экономика, - 2014 – 377 с.
18. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Ч. 1. Нормативы времени. – М.: Экономика, - 2012. – 206 с.
19. Общемашиностроительные нормативы времени для нормирования многостаночных работ на металлорежущих станках. – М.: Экономика, - 2013. – 58 с.
20. ЕСТД. Сборник Государственных стандартов к методическим указаниям по выполнению курсового и дипломного проектов по специальности «Технология машиностроения» для студентов очной, вечерней и заочной формы обучения. (ГОСТ 3.1201-85; 3.1118-82; 3.1127-93; 3.1128-93; 3.1129-93; 3.1130-93) Оформление НГТИ: 2014 г., - 96 с.
21. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х томах / т. 1. Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова. – М.: Машиностроение, - 2013. – 502 с.
22. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х томах/ т. 2. Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова. – М.: Машиностроение, - 2013. – 502 с.
23. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. 2-ое изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, - 2014. – 277 с.
24. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т.2 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-ое изд. – М.: Машиностроение, - 2015. – 496 с.
25. Справочник технолога по автоматическим линиям. В 2-х томах. Т.2 / Под ред. А.Г.Косиловой. – М.: Машиностроение, - 2013. – 320 с.
26. Технологическая оснастка машиностроительных производств: Учебное пособие/ Составитель: проф. А.Г.Схиртладзе: в 2-х ч. – М.: МГТУ «Станки».
27. Кузнецов Ю.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник, - М.: машиностроение, 2014. – 359 с.
28. Переналаживаемая технологическая оснастка/ В.Д.Бирюков, А.Ф. Довженко, В.В. Колчаненко и др; под общ. Ред. Д.И. Полякова. – М.: Машиностроение, 2013. – 401 с.
29. Технологическая оснастка многократного применения/ Под ред. Д.И. Полякова. - М.: Машиностроение, 2013. – 401 с.
30. Мамаев В.С., Осипов Е.Г. Основы проектирования машиностроительных заводов. – М.: Машиностроение, 2012. – 296 с.
31. Фрумин Ю.Л. Комплексное проектирование инструментальной оснастки. – М.: Машиностроение, 2012. – 344 с.
32. Экономическая эффективность новой техники и технологии в машиностроении/ К.М. Великанов, В.А. Березин, Э.Г. Васильев и др. Под ред. К.М. Великанова. – Л.: Машиностроение, - 2013. – 256 с.

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Рабочий чертёж детали (как и остальные чертежи) выполняется в масштабе 1:1 на формате А1 и в зависимости от габаритов детали может быть занят весь лист или часть листа. Если чертёж детали занимает часть листа формата А1, то лист разделяют на соответствующие форматы рамками по стандарту. При этом следует иметь в виду, что основная надпись (угловой штамп) располагается в нижнем правом углу вдоль широкой стороны формата. Для того, чтобы все чертежи, помещённые на одном листе были выполнены в одном ракурсе, необходимо заранее, до начала графических работ, согласовать с руководителем курсового проекта компоновку всех чертежей проекта. Располагая изображение чертежа детали, следует оставить свободным место над основной надписью для размещения текста технических требований (условий). Заголовок "Технические требования" не пишется.

Пример содержания технических требований:

1. ТВЧ НРС 50...56.
2. Конусную поверхность проверять калибром на краску. Общая площадь окрашенных поверхностей не менее 70 %.
3. Н14, $h4 \pm IT14/2$, что означает неуказанные предельные отклонения размеров.
4. Маркировать: 60201.01.06.11.
5. Остальные технические требования по ГОСТ...

При выполнении рабочего чертежа детали следует обратить внимание на наличие указаний о точности и шероховатости всех поверхностей. Поверхности, выполненные с точностью до 13-го качества, обозначаются размером и условным обозначением поля допуска или отклонениями (напр., $50h12$ или $50_{-0,25}$).

В отношении поверхностей, выполненных грубее 13-го качества точности, делается запись над основной надписью "Н14; $h14$; $\pm IT4/2$ ". Эта запись заменяет ранее применяющуюся пространственную надпись "Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий Н14, валов 14, остальных $\pm IT4/2$ ".

Условные обозначения шероховатости поверхностей проставляются согласно стандартам ГОСТ 2.309-73, где предпочтительным является параметр Ra. На чертежах следует заменить параметры Rz и другие на Ra.

Часть поверхностей не обрабатывается резанием и остаётся в таком виде, в каком они находились после заготовительных операций (литья, штамповки, проката и др.). Если эти поверхности составляют большинство, то величина их шероховатости проставляется в верхнем углу чертежа, на самих поверхностях никаких знаков шероховатости не проставляют.

Если этих поверхностей значительно меньше, чем обрабатываемых резанием с одинаковой величиной шероховатости, то на необрабатываемых поверхностях проставляют знаки шероховатости, например 1,25, а шероховатость большинства обрабатываемых поверхностей с одинаковым значением проставляется в верхнем правом углу.

Сказанное выше можно сформулировать так: следует стремиться к тому, чтобы на чертеже детали обозначение точности и шероховатости большинства поверхностей с одинаковым значением квалитетов точности и шероховатости поверхности вынести за пределы изображения чертежа.

Точность формы и расположение поверхностей обозначают условными знаками по ГОСТ 2.308-79 в случае, когда допуски формы и расположения меньше, чем допуски на изготовление этих поверхностей.

Следует избегать записи текстом в технических условиях о допусках формы и расположения поверхностей. Однако, если такая необходимость возникнет, то текст должен соответствовать примерам, приведённым в ГОСТ 2.306-79, например: допуск радиального биения поверхности А относительно общей оси поверхностей Г и Д -0,01 мм, допуск цилиндричности (округлости) поверхности Б - 0,03 мм, допуск плоскостности (прямолинейности) поверхности В - 0,05 мм на площади 100*100 мм.

Во всех приведённых примерах буквами А, Б, В обозначаются поверхности на чертеже с помощью выносных линий, заканчивающихся стрелками, упирающимися в поверхности, о которых идёт речь.

В верхнем левом углу чертежа помещают рамку (14x70 мм), где проставляют номер чертежа в соответствии с заводским номером или общесоюзным классификатором. Номер ставится повернутым на 180 градусов относительно основной надписи.

Рабочий чертёж заготовки оформляется в соответствии с ГОСТ 7505-74 для штамповок, ГОСТ 2.423-73 на литье и др.

Так как ГОСТ 2.423-73 допускает выполнение чертежа заготовки, полученной литьём, на копии чертежа детали, то при изготовлении корпусных деталей больших размеров можно выполнять совмещённый чертёж детали и заготовки. Это сокращает объём графической части проекта.

Для мелких корпусных деталей, получаемых литьём в кокиль, по выплавляемым моделям, в корковые формы и т.д. методом, заготовку следует чертить отдельно от детали.

Чертежи заготовок выполняются сплошными линиями (1.. 2,5 мм) с учётом штамповочных и литейных уклонов и радиусов. Уклоны выполняются такой величины, чтобы они были заметны, и чётко просматривалась плоскость разреза. Контур готовой детали вписывается в контур заготовки тонкой штрихпунктирной линией. На чертеже проставляются размеры, отклонения и величины припусков заготовки, кроме того, приводится текст технических требований, который помещается над основной надписью (угловым штампом), шероховатость поверхностей - в правом углу.

Примеры содержания технических требований:

1. На чертеже поковки (штамповки).
 - 1.1. Точность изготовления 11 класс ГОСТ 7505-74.
 - 1.2. Штамповочные уклоны 5 и 7 градусов.
 - 1.3. Неуказанные радиусы закруглений 3 мм.
 - 1.4. Неуказанные отклонения размеров $\pm 2,2$ мм.
 - 1.5. Остальные технические требования по ГОСТ 8479-70.
2. На чертеже заготовки, полученной литьём.
 - 2.1. Требования к отливке по ССТ НТ21 -2-76.
 - 2.2. Класс точности литья - 3, группа "а".
 - 2.3. Категория поверхностей - 2.
 - 2.4. Неуказанные литейные радиусы 3... 5 мм.

2.5. Раковины, пустоты не допускаются.

2.6. Покрытие механически необрабатываемых поверхностей - эмаль НЦ-256 серосеребристая ТУ-10-1191-73.

ТЕРМИНОЛОГИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРЕХОДОВ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ

Наименование операции	Содержание перехода
Вспомогательные переходы	Установить деталь. Установить деталь, закрепить, снять. Снять деталь. Установить деталь, выверить, закрепить. Подать пруток до упора. Закрепить. Снять остаток. Запрессовать деталь на оправку. Открепить деталь. Переустановить деталь, закрепить. Выдвинуть пруток на длину. Перезакрепить деталь. Поджечь центром. Установить расточную оправку. Выверить оправку по приспособлению. Установить накладной кондуктор. Откинуть кондукторную плиту. Повернуть кондуктор с деталью на угол.... Переустановить деталь в кондукторе. Закрепить. Повернуть стол с деталью на угол.... Снять кондуктор. Уложить деталь в тару. Повторить переходы...
Токарные операции	Точить поверхность в размер 1 на проход. Точить поверхность в размер 1 и 2 . Точить фасонную поверхность в размеры 1,2 и 3. Точить поверхность с подрезкой торца в размеры 1,2. Точить поверхность с образованием фаски в размеры в размеры 1,2,3. Одновременно точить п поверхности в размеры 1,2,3 и 4. Точить галтель /радиус/ в размер 1. Точить фаску в размер 1. Точить конус в размеры 1,2,3,4. Точить сферу в размер 1. Точить шейку под люнет в размеры 1,2,3. Накатать сетчатое рифление в размер 1 по ГОСТ.*... Накатать прямое рифление в размер 1 по ГОСТ.... Нарезать профиль червяка, выдержать размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Подрезать торец начисто (только для заготовок из прутка). Подрезать торец в размер 1. Подрезать торец буртика в размер 1. Проточить риску в размеры 1, 2, 3. Подрезать торец с проточной канавки в размеры 1,2,3. Проточить канавку в размеры 1, 2, 3. Проточить торцевую канавку в размеры 1, 2, 3. Проточить спиральную канавку в размеры 1, 2, 3. Проточить радиусную канавку в размеры 1,2,3. Нарезать резьбу в размер 1 на проход. Нарезать резьбу в размеры 1, 2. Нарезать коническую резьбу в размер 1 по ГОСТ.... Накатать резьбу в размер 1 на проход. Накатать резьбу в размер 1, 2. Надрезать заготовку с образованием фаски в размеры 1, 2, 3. Разрезать заготовку на п деталей в размер 1. Отрезать временный центр в размер 1 .Отрезать деталь в размер 1. Центровать торец в размер 1. Центровать торец в размеры 1, 2, 3. Править центровое отверстие в размеры 1, 2. Сверлить отверстие в размер 1 на проход. Сверлить отверстие в размеры 1, 2. Рассверлить отверстие в размер 1 на проход. Рассверлить отверстие в размер 1 на проход. Рассверлить отверстие, в размер 1 на проход. Рассверлить отверстие в размеры 1, 2. Зенкеровать отверстие в размер 1 на проход. Зенкеровать отверстие в размеры 1,2. Расточить отверстие в размер 1 на проход. Расточить отверстие в размеры 1, 2. Зенковать фаску в размер 1 .Расточить фаску в размер 1.

	<p>Расточить коническое отверстие в размеры 1, 2, 3 на проход. Расточить отверстие с подрезкой дна в размеры 1, 2. Подрезать дно в размер 1. Расточить канавку в размеры 1, 2, 3. Расточить выточку в размеры 1,2,3- Расточить сферу /радиус/ в размер</p> <p>Развернуть отверстие в размер 1 на проход. Развернуть отверстие в размеры 1,2. Развернуть коническое отверстие в размеры 1,2,3. Калибровать отверстие в размер 1. полировать поверхность до</p> <p>Раскатать отверстие в размер 1. Обкатать отверстие в размер 1. Навить пружину в размеры 1,2,3. Отрубить пружину в размер 1.</p>
Сверлильные операции	<p>Центровать поверхность в размер 1. Центровать торец в размеры 1,2,3. Сверлить отверстие в размер 1 на проход. Сверлить отверстие в размер 1,2. Рассверлить отверстие в размер 1 на проход. Развернуть отверстие в размеры 1,2. Развернуть коническое отверстие в размеры 1,2,3. Зенковать фаску в размер 1. Расточить кольцевую канавку в размеры 1,2,3. Рассверлить отверстие в размеры 1,2. Зенкеровать отверстие в размеры 1,2. Зенковать отверстие в размеры 1,2,3. Зенкеровать выточку в размеры 1,2. Зенковать бобышку в размер 1. Зенковать внутреннюю бобышку в размер 1. Нарезать резьбу в размер 1 на проход. Нарезать резьбу в размер 1,2. Нарезать коническую резьбу в размер 1 по ГОСТ... Вырезать деталь в размер 1.</p>
Расточные операции	<p>Точить поверхность в размер 1 на проход. Точить поверхность в размеры 1, 2. Подрезать торец в размер 1. Фрезеровать поверхность в размер 1. Фрезеровать паз в размеры 1, 2, 3. Расточить отверстие с подрезкой дна в размеры 1,2. Зенкеровать отверстие в размер 1 на проход. Зенкеровать отверстие на размеры 1, 2. Развернуть отверстие в размер 1 на проход. Развернуть отверстие на размеры 1, 2. Расточить отверстие в размер 1 на проход. Расточить отверстие в размеры 1, 2. Расточить выточку в размеры 1, 2, 3. Расточить канавку в размеры 1, 2, 3. Расточить фаску в размер 1. Раскатать отверстие в размер 1 на проход. Нарезать резьбу в размер 1 на проход</p>
Фрезерные операции	<p>Фрезеровать поверхность в размер 1 на проход. Фрезеровать поверхности в размеры 1, 2. Фрезеровать уступ в размеры 1, 2. Фрезеровать паз в размеры 1, 2, 3. Фрезеровать фаску в размер 1. фрезеровать поверхности (торец, ребро и т.д.) в размеры 1, 2, 3, 4. фрезеровать шпоночный паз в размеры 1, 2, 3, 4. Фрезеровать шлиц в размеры 1, 2. Фрезеровать торец в размер 1. Фрезеровать торцы в размер 1. Фрезеровать паз "ласточкин хвост" в размеры 1, 2 (с одной стороны). Фрезеровать паз "ласточкин хвост" в размеры 1, 2, 3 (с другой стороны). Фрезеровать окно в размер 1, 2, 3. Фрезеровать гнездо в размеры 1, 2, 3, 4. Фрезеровать скос в размеры 1, 2. Фрезеровать ребро в размер 1. Фрезеровать шестигранник в размер 1. Фрезеровать квадрат в размер 1. Фрезеровать лыску в размер 1. Фрезеровать Т-образный паз в размеры 1, 2, 3, 4, 5. Фрезеровать неполные витки червяка на входе и выходе резца до 0,5 толщины (размер 1). Фрезеровать радиус в размер 1. Фрезеровать спиральную канавку в размеры 1, 2, 3. Разрезать деталь на ... штук в размер 1. Отрезать заготовку (деталь) в размер 1.</p>
Строгальные	<p>Строгать поверхность в размер 1. Строгать поверхности в</p>

операции	размеры 1,2. Строгать уступ в размеры 1,2. Строгать паз в размеры 1, 2, 3. Строгать ребро в размер 1. Строгать канавку в размеры 1, 2, 3. Строгать фаску в размер 1. Строгать Т-образный паз в размеры 1, 2, 3, 4, 5. Строгать паз "ласточкин хвост" в размеры 1, 2 (с двух сторон).
Долбежные операции	Долбить уступ в размеры 1, 2. Долбить паз в размеры 1, 2, 3. Долбить окно в размеры 1, 2, 3.
Протяжные операции	Протянуть отверстие в размер 1. Протянуть паз в размеры 1, 2. Протянуть шлицевое отверстие в размеры 1, 2, 3, 4. Протянуть окно в размеры 1, 2, 3. Протянуть поверхность в размер 1.
Зубообрабатывающие операции	Фрезеровать зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Долбить зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Протянуть зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Фрезеровать шлицы в размеры 1, 2, 3, 4. Шлифовать зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Хонинговать зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Притереть зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Закруглить зубья в размер 1. Накатать резьбу в размер 1 на проход. Накатать резьбу в размеры 1, 2. Накатать рифления в размеры 1, 2, 3, 4, 5. Накатать шлицы в размеры 1, 2, 3, 4.
Шлифовальные операции	Шлифовать поверхность в размер 1. Шлифовать поверхность в размеры 1,2. Шлифовать поверхность и торец в размеры 1,2. Шлифовать галтель (радиус) в размер 1. Шлифовать канавку в размер 1. Шлифовать фаску в размер 1. Шлифовать конус в размеры 1, 2, 3, 4. Шлифовать сферу в размер 1. Шлифовать канавку в размеры 1, 2, 3. Шлифовать отверстие в размер 1, 2. Шлифовать коническое отверстие в размеры 1, 2, 3. Шлифовать дно в размеры 1, 2. Шлифовать фаску в размер 1. Шлифовать торец в размер 1. Шлифовать поверхность в размер 1 на проход. Шлифовать фаску в размер 1. Шлифовать уступ в размеры 1, 2. Шлифовать ребро в размер 1 на проход. Шлифовать паз в размеры 1, 2, 3. Шлифовать центровую фаску в размер 1. Шлифовать резьбу в размер 1 на проход. Шлифовать резьбу в размеры 1, 2. Шлифовать коническую резьбу в размер 1, по ГОСТ Шлифовать профиль п заходного червяка, выдержав размеры ТУ согласно таблице эскиза. Шлифовать радиус закругления по профилю червяка в размер 1. Шлифовать п шлицев в размеры 1,2,3,4.
Отделочные операции	Хонинговать отверстие в размер 1 до . ✓ Суперфинишировать поверхность в размер 1 до. ✓ Суперфинишировать отверстие в размер 1 до ✓ Полировать отверстие до ✓ Полировать поверхность до ✓
Разметочные операции	Проверить размеры заготовки. Разметить базовые плоскости, осевые линии, центры, контур детали.
Слесарные операции	Зачистить заусеницы (для стали). Притупить острые кромки (для чугуна). Маркировать деталь согласно ТУ на изготовление. Клеймить деталь согласно ТУ на изготовление. Править деталь, выдержав прямолинейность. Запилить фаску. Выгнуть концы пружины. Заправить концы пружины. Зачистить

	остатки после отрезки. Отогнуть витки на торцах пружины. Подогнуть концы пружины.
Балансировочные операции	Определить величину дисбаланса (согласно ТУ). Устранить дисбаланс по ТУ (сверлить отверстие и т. п.). Проверить правильность устранения дисбаланса.

Карты эскизов.

Карта эскизов является графической иллюстрацией к маршрутным и операционным картам технологического процесса. В проекте выполняются 3 разновидности карт эскизов:

1. Карта эскизов с изображением чертежа детали, на котором все поверхности (размеры) снабжаются номерами. Номера поверхностей проставляются на продолжении стрелки размерной линии или на продолжении линии, соединяющейся с элементарной поверхностью в окружностях диаметром 6...8 мм. Рекомендуется начать с левого верхнего размера поверхности и далее в направлении движения часовой стрелки. Эта карта эскизов является основанием для расчёта коэффициентов, определяющих показатели технологичности конструкции детали, а также маршрутного описания технологического процесса в пояснительной записке и заполнения маршрутных карт, при изготовлении несложных деталей с небольшим объёмом обрабатываемых поверхностей.

2. Карта эскизов, иллюстрирующая содержание выполняемой операции (операционный эскиз). Эта карта выполняется либо на специально отведённом месте операционной карты формы 2 ГОСТ 3.1418-82. На картах эскизов, выполненных на операционных картах или отдельно, опоры и зажимы приспособления показываются условно по ГОСТ 3.1107-81. Режущие инструменты, с помощью которых производится обработка, не показываются.

3. Карты эскизов, выполняемых на две операции, представляющие эскизы наладок с изображением конструктивных элементов приспособления для установки и крепления обрабатываемой детали, режущего инструмента в положении окончательной обработки и др.

Согласно ГОСТ 3.1104-81 карты эскизов выполняются без соблюдения масштаба (но с соблюдением пропорций), деталь ставится в положение соответствующее положению на станке при обработке. Обрабатываемая поверхность выделяется утолщённой линией (3 мм) чёрного или другого цвета. Проставляются размеры и их точность, шероховатость и другие технические требования.

Над эскизом выполняются надписи с указанием наименования операции, а также модели станка (токарно-револьверная. Станок модели 1П365). Под эскизом помещают таблицу с режимом резания и нормой времени. Если операция выполняется за один технологический переход, таблицы выполняются без указания содержания перехода. Если операция содержит несколько позиций или технологических переходов, то в таблицу включаются графы "номер перехода" и "содержание перехода". Приводим форму и содержание таблицы.

Номер перехода	Содержание перехода	Д или В мм	Sмм/об или мм/мин	V м/мин	n Об/мин	T _о мин	T _{шт} мин
----------------	---------------------	---------------	-------------------------	------------	-------------	-----------------------	------------------------

1							
2							
3							

Если одна поверхность последовательно обрабатывается несколькими инструментами, и её размеры меняются, а на карте эскиза указывается один размер, полученный при последнем переходе, то в содержании перехода указывается размер, который получается на каждом переходе ("зенкеровать отв. 4 выдерживая диаметр 37, 8Н10"). Размер, получающийся на последнем переходе, в таблице не указывается ("развернуть отв. 4").

ПРАВИЛА ЗАПИСИ ОПЕРАЦИЙ И ПЕРЕХОДОВ ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ, ГОСТ 3.1702 – 79

1. Настоящий стандарт устанавливает правила записи технологических операций и переходов обработки резанием. Правила распространяются на все виды обработки резанием. Допускается распространение требований настоящего стандарта на запись операций и переходов в технологических процессах обработки из древесины, резины, пластмасс и т. д.

2. Наименование операций обработки резанием должно отражать применяемый вид оборудования и записываться именем прилагательным в именительном падеже.

3. Наименование операции следует записывать в соответствии с обязательными приложениями 1 и 2.

4. При разработке технологических процессов, которые включают помимо операций обработки резанием прочие операции, разработчик обязан руководствоваться соответствующими нормативно-техническими документами.

5. Запись содержания операций следует применять в единичном и опытном производстве на соответствующих формах маршрутных карт.

6. Маршрутное описание содержания операции следует применять в единичном порядке и опытном производстве на соответствующих формах маршрутных карт.

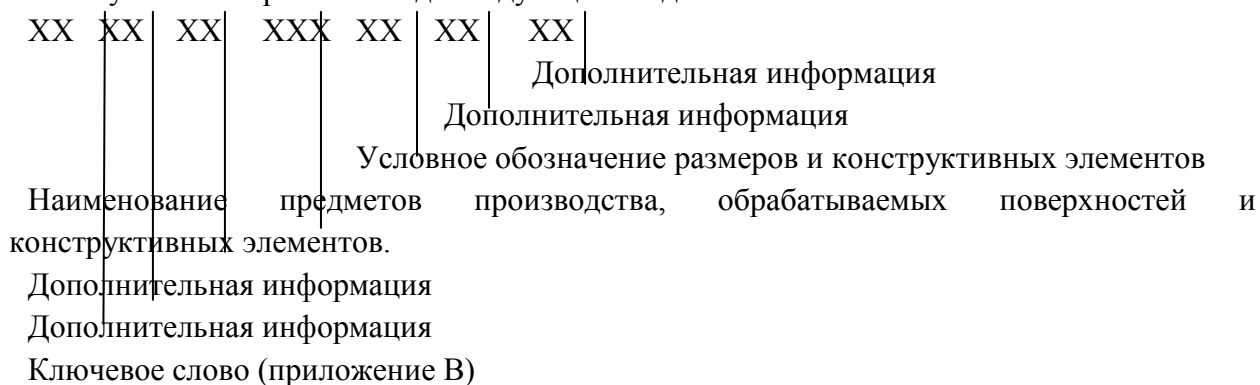
7. Операционное описание содержания операции следует применять в серийном и массовом производстве. Допускается применять операционное описание отдельных операций в единичном и опытном производстве.

8. В содержании операций должны быть все необходимые действия, выполняемые в технологической последовательности исполнителем или исполнителями по обработке изделий или их составных частей на одном рабочем месте. В случае выполнения на данном рабочем месте прочих видов работ (кроме обработки резанием), выполняемых другими исполнителями, их действия также следует отражать в содержании операции. Например, при участии в выполнении операции исполнителей, осуществляющих технический контроль установки или измерение параметров обрабатываемого изделия, в тексте содержания операции следует указать: "Контроль ОТК", "Проверить выполнение пер. 1" и т. п.

9. При разработке документов следует отражать все необходимые требования и средства, обеспечивающие безопасность труда во время обработки. Запись информации и оформление документов следует выполнять в соответствии с требованиями нормативно-технических документов системы стандартов безопасности труда (ССБТ).

10. В содержании операции (перехода) должно быть включено: ключевое слово, характеризующее метод обработки, выраженное глаголом в неопределённой форме (например, точить, сверлить, фрезеровать и т. д.); наименование обрабатываемой поверхности, конструктивных элементов или предметов производства (например, цилиндр, заготовка и т. п.); информация по размерам или их условным обозначениям; дополнительная информация, характеризующая количество одновременно или последовательно обрабатываемых деталей, характер обработки (например, предварительно, одновременно, по копиру и т. п.).

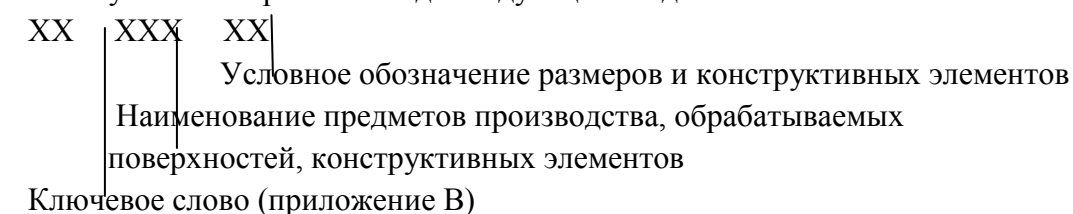
11. Порядок формирования записи содержания операции маршрутного описания можно условно выразить в виде следующего кода:



12. При записи содержания операции допускается полная или сокращённая форма записи.

13. Полную запись содержания следует выполнять при отсутствии графических изображений и для комплексного отражения всех действий; выполняемых исполнителем или исполнителями. В этом случае следует указывать дополнительную информацию по п. 11 настоящего стандарта.

14. Сокращённую запись следует выполнять при наличии графических изображений, которые достаточно полно отражают всю необходимую информацию по обработке резанием. В этом случае в записи содержания переходов можно условно выразить в виде следующего кода:



15. При записи содержания перехода допускается полная или сокращённая форма записи.

16. Полную запись следует выполнять при необходимости перечисления всех выдерживаемых размеров. Данная запись характерна для промежуточных переходов, не имеющих графических иллюстраций. В этом случае в записи содержания перехода следует указывать исполнительные размеры с их предельными отклонениями. Например, "Точить поверхность, выдерживая диаметр $40-0,34$ и $\phi = 100 \pm 0,6$ ".

17. Сокращённую запись следует выполнять при условии ссылки на условное обозначение конструктивного элемента обрабатываемого изделия. Данная запись выполняется при достаточной графической информации. Например, "Точить канавку 1".

18. Допускается в записи содержания перехода применять дополнительную информацию по рекомендуемому приложению 4. Порядок записи дополнительной информации в этом случае должен соответствовать п. 11 настоящего стандарта.

19. Запись содержания перехода следует выполнять в соответствии с рекомендуемым приложением 7.

20. Запись вспомогательных переходов следует выполнять в соответствии с указанными выше правилами для технологических переходов. Выбор ключевых слов следует производить по обязательному приложению 3 (начиная с условного кода 0). Запись вспомогательных переходов допускается не выполнять:

- при маршрутном описании технологических операций;
- при операционном описании и применении карты эскизов или соответствующих операционных карт, имеющих место для графического изображения обрабатываемой заготовки с указанием условных обозначений применяемых баз и опор.

При соблюдении указанных требований разработчик обязан заполнить соответствующие графы в документах, предусматривающих запись вспомогательного времени.

Примечание: Требования данного пункта не распространяются на запись вспомогательных переходов, предусматривающих переустановку заготовок (деталей) при отсутствии графических изображений и условных обозначений, применяемых баз и опор. В данном случае следует выполнять соответствующую запись. Например: "Переустановить и закрепить деталь".

21. Установление полной или сокращённой записи содержания операции (перехода) для каждого случая определяется разработчиком документов.

22. В записи операции или перехода не рекомендуется указывать шероховатость обрабатываемых поверхностей. Разработчиком документов такая информация используется при маршрутном описании из конструктивного документа, а при операционном описании указывается на КЭ или ОК, имеющий зону для графической иллюстрации. Допускается в тексте указывать информацию о шероховатости поверхности, если она относится к предварительно обрабатываемым поверхностям и не может быть указана на КЭ или ОК.

23. При текстовой записи информации в документах следует применять допускаемые сокращения слов и словосочетаний в соответствии с рекомендуемыми приложениями 4, 5, 8.

24. При формировании записи содержания операции (перехода) необходимо стремиться к оптимизации информации.

25. При работе с обязательным приложением 3 и рекомендуемыми приложениями 4.. .6 следует руководствоваться требованиями пп. 27.. .34.

26. При маршрутном описании операции в дополнение к п. 11 настоящего стандарта допускается указывать по обязательному приложению В в одном предложении несколько ключевых слов, характеризующих последовательность обработки изделия в данной операции (смотрите пример сокращённой записи содержания к п. 14 настоящего стандарта).

27. Дополнительная информация при записи операций и переходов выбирается разработчиком документов.

28. Дополнительная информация применяется при уточнении названия обрабатываемой поверхности или конструктивного элемента. Например: "Фрезеровать криволинейную поверхность 1".

29. Дополнительная информация применяется только при необходимости указания количества последовательно или одновременно обрабатываемых поверхностей или конструктивных элементов. Например: "Фрезеровать криволинейную поверхность 1".

30. Дополнительная информация применяется при маршрутном описании операции для указания заключительных действий. Например: Точить поверхность, выдерживая размеры диаметр $40_{-0,34}$; диаметр $20_{-0,24}$; диаметр $40^{+0,2}$; $l_1=40^{+0,2}$; $l_2=60^{+0,4}$; $l_3=1,5$.

31. Дополнительная информация применяется в следующих случаях: "Согласно чертежу" или "Согласно эскизу" - при неполном изложении информации в текстовой записи. Ссылка на указанные документы должна расширять требования по выполнению операции или перехода с указанием в них дополнительных требований, размеров, особых указаний. Например: "Протянуть поверхность 1 согласно эскизу"; "Предварительно" или "Окончательно" - при предварительной или окончательной обработке поверхности или конструктивных элементов. Допускается для действий исполнителя, связанных с окончательной обработкой изделия и получением соответствующих размеров, согласно, документов, термин "Окончательно" не указывать. Например: "Точить поверхности 1, 2, 3, 4 предварительно"; "Точить поверхности 1, 2, 3, 4"; "Последовательно" или "Одновременно" - при последовательной или одновременной обработке поверхностей или конструктивных элементов; "По копиру"; "По программе"; "С подрезкой торца"; "По разметке" - при маршрутном изложении технологических операций.

32. Допускается в записи перехода указывать условное обозначение размеров и не обводить их знаком окружности. Например: "Шлифовать поверхность, выдерживая размеры 1, 2, 3"; при заполнении документов рукописным способом - вместо условного обозначения Д применять Ø; не указывать условные обозначения длины, ширины, фаски. Например: "Расточить поверхность, выдерживая размеры $\text{Ø } 100_{-0,24}$; $40^{\pm 0,2}$ и $1,5 \times 45^\circ$ ".

33. Информацию, не вошедшую в приложения, допускается устанавливать в отраслевых стандартах.

ГРУППЫ ОПЕРАЦИЙ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ

№ группы операций	Наименование группы операций	Применяемое оборудование (станки)
01	Автоматно-линейная	Автоматные линии
02	Агрегатная	Агрегатные
03	Долбёжная	Долбёжные
04	Зубообрабатывающая	Зубофрезерные, зубострогательные, зубошлифовальные и др
05	Комбинированная	Сверлильно-фрезерные и др.
06	Отделочная	Хонинговальные, доводочные, полировальные
07	Программная	Станки с программным управлением

08	Отрезная	Отрезные
09	Протяжная	Протяжные
10	Расточная	Расточные
11	Резьбонарезная	Гайконарезные, резьбофрезерные
12	Сверлильная	Сверлильные
13	Строгальная	Строгальные
14	Токарная	Токарные, токарно-винторезные, многорезцовые и др
15	Фрезерная	Фрезерная (кроме зубофрезерных и рзьбофрезерных)
16	Шлифовальная	Шлифовальные (кроме зубошлифовальных)

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Справочные данные для обоснования выбора метода и
способа получения заготовки

Оптовые цены на некоторые металлы [3] Таблица 1

Наименование	Марка	Цена за 1 т. в р.
1	2	3
Сталь обыкновенного качества круглая и квадратная		
Углеродистая	Ст 0, Ст 3	106...124
	Ст 4	114...132
Сталь качественная круглая, квадратная, шестигранная		
Углеродистая	10,20,30,40,45,50,55	136...185
Легированная	15X, 20X,30X, 35X, 40X, 45X, 50X	141...168
	18ХГТ, 30ХГТ, 20ХГР	147...171
	15ХГС, 30ХГС	170...203
	12ХН3А, 30ХН3А	279...309
	20ХНР	187...215
Автоматная	А12, А20, А30, А40Г	130...157
Шарикоподшип- никовая	ШХ9, ШХ15	207...259
	ШХ15СГ	224...287
Сталь высокоуглеродистая круглая		
Качественная	У7,У8,У9,У10, У11, У12, У13	156...187
Высококачественная	У7А...У13А	167...198
Легированная	ХВГ	506...555
Сталь качественная калиброванная (холоднотянутая) круглая		
Углеродистая	35, 40, 45, 50, 55, 60	176...263
Автоматная	А12, А20	171...235

Шарикоподшип- никовая	ШХ9, ШХ15	260...364
--------------------------	-----------	-----------

Таблица 2

Заготовительные цены на стружку черных и цветных металлов [3]

Вид стружки	Стоимость (р./т)
Чугунная	24,8
Стальная	22,6...28,1
Латунная	341...404
Бронзовая	507...1083
Алюминиевая	240...315

Примечание. Меньшие значения цен следует принимать для стружки, содержащей меньший процент дорогостоящих легирующих элементов

Таблица 3

Определение коэффициентов k_c , k_v , k_p для отливок, полученных литьем в песчано-глинистые формы и кокили [3]

k_c					
Материал отливки	Группы сложности				
	1	2	3	4	5
Чугун, сталь	0,7	0,83	1	2,2	1,45
Алюминиевые сплавы	0,82	0,89	1	1,1	1,22
Медные сплавы и бронза	0,97	0,98	1	1,02	1,04

k_v				
Масса отливки, кг	Материал отливки			
	чугун	сталь	алюминиевые сплавы	медные сплавы и бронза
до 1	1,1	1,07	1,05	1,01
св. 1 до 3	1	1	1	1
св. 3 до 10	0,91	0,93	0,96	0,99
св. 10 до 20	0,84	0,87	0,92	0,97
св. 20 до 50	0,80	0,82	0,89	0,95
св. 50 до 200	0,74	0,78	0,85	0,93
св. 200 до 500	0,67	0,74	0,82	0,90

k_p					
Материал отливки	Группы сложности				
	1	2	3	4	5
Чугун	0,52	0,76	1	1,2	1,44
Сталь	0,50	0,77	1	1,2	1,48
Алюминиевые сплавы	0,77	0,90	1	1,11	1,22
Медноцинковые сплавы и бронза	0,91	0,96	1	1,05	1,08

Таблица 4

Группы серийности отливок в зависимости от способа получения и объема производства [3]

Масса отливки, кг	Объем производства (тыс. шт./год)
-------------------	-----------------------------------

	при группах серийности		
	1	2	3
1	2	3	4
Литье в песчано-глинистые формы и кокиль			
до 1	свыше 500	от 100 до 500	менее 100
св.1 до 3	свыше 350	от 75 до 350	менее 75
св.3 до 10	свыше 200	от 30 до 200	менее 30
св. 10 до 20	свыше 100	от 15 до 100	менее 15
Окончание табл. 4			
1	2	3	4
св. 20 до 50	свыше 60	от 10 до 60	менее 10
св. 50 до 200	свыше 40	от 7,5 до 40	менее 7,5
св. 200 до 500	свыше 25	от 4,5 до 25	менее 4,5
Литье по выплавляемым моделям			
от 0,1 до 0,2	свыше 400	от 300 до 400	менее 400
от 0,2 до 0,5	свыше 300	от 225 до 300	менее 225
от 0,5 до 1	свыше 15	от 11 до 15	менее 11
от 1 до 2	свыше 12	от 9 до 12	менее 9
от 2 до 5	свыше 10	от 7 до 10	менее 7
от 5 до 10	свыше 4	от 3 до 4	менее 3
свыше 10	свыше 3	от 2 до 3	менее 2
Литье под давлением			
от 0,1 до 0,2	свыше 600	от 450 до 600	менее 450
от 0,2 до 0,5	свыше 500	от 375 до 500	менее 375
от 0,5 до 1	свыше 400	от 300 до 400	менее 300
от 1 до 2	свыше 300	от 225 до 300	менее 225
от 2 до 5	свыше 200	от 150 до 200	менее 150
от 5 до 10	свыше 100	от 75 до 100	менее 75
свыше 10	свыше 50	от 35 до 50	менее 35

Таблица 5

Определение коэффициентов k_c и k_b для отливок, полученных литьем по выплавляемым моделям [3]

Материал отливки	k_c				
	Группы сложности				
	1	2	3	4	5
Сталь углеродистая	0,86	0,92	1	1,12	1,24
Сталь низколегированная	0,86	0,93	1	1,11	1,23
Сталь высоколегированная	0,85	0,90	1	1,12	1,26
Медные сплавы	0,865	0,925	1	1,15	1,26
Бронза безоловянистая	0,9	0,95	1	1,08	1,19
Бронза оловянистая	0,92	0,95	1	1,10	1,15

Окончание табл. 5

k_g					
Масса отливки, кг	Материал отливки				
	сталь углеродистая и низколегированная	сталь высоколегированная	медный сплав	бронза безоловянистая	бронза оловянистая
от 0,05 до 0,10	1,37	1,31	1,20	1,30	1,30
от 0,10 до 0,20	1	1	1	1	1
от 0,20 до 0,50	0,75	0,78	0,95	0,79	0,83
от 0,50 до 1	0,70	0,74	0,89	0,76	0,80
от 1 до 2	0,62	0,63	0,86	0,71	0,76
от 2 до 5	0,50	0,53	0,82	0,64	0,70
от 5 до 10	0,45	0,48	0,78	0,61	0,67
свыше 10	0,38	0,40	0,72	0,57	0,64

Таблица 6

Определение коэффициентов k_c , k_b , k_n для отливок, полученных литьем под давлением [3]

k_c				
Материал отливки	Группы сложности			
	1	2	3	4
Алюминиевые сплавы	0,88	0,94	1	1,07
Медные сплавы	0,90	0,95	1	1,07
Цинковые сплавы	0,88	0,93	1	1,07

k_g			
Масса отливки, кг	Материал отливки		
	алюминиевые сплавы	медные сплавы	цинковые сплавы
от 0,1 до 0,2	1	1	1
от 0,2 до 0,5	0,90	0,89	0,91
от 0,5 до 1	0,81	0,81	0,82
от 1 до 2	0,75	0,75	0,75
от 2 до 5	0,69	0,71	0,70
от 5 до 10	0,64	0,67	0,63
свыше 10	0,62	0,65	0,61

k_n			
Материал отливки	Группы сложности		
	1	2	3
Алюминиевые сплавы	0,92	1	1,09
Медные сплавы	0,93	1	1,07
Цинковые сплавы	0,93	1	1,07

Таблица 7

Определение коэффициентов k_c и k_v для заготовок, полученных способами горячей штамповки [3]

k_c					
Материал штамповки	Группы сложности				
	1	2	3	4	
Сталь углеродистая 08...85	0,75	0,84	1	1,15	
Сталь 15X...50X	0,77	0,87	1	1,15	
Сталь 18ХГТ...30ХГТ	0,78	0,88	1	1,14	
Сталь ШХ15	0,77	0,89	1	1,13	
Сталь 12ХНЗА...30ХНЗА	0,81	0,90	1	1,1	
k_v					
Масса штамповки, кг	Материал штамповки				
	сталь 08...85	сталь 15X...50X	сталь 18ХГТ...30ХГТ	сталь ШХ15	сталь 12ХНЗА...30ХНЗА
до 0,25	2	2	1,94	1,82	1,62
от 0,25 до 0,63	1,85	1,64	1,61	1,52	1,42
от 0,63 до 1,6	1,33	1,29	1,29	1,3	1,25
от 1,6 до 2,5	1,14	1,14	1,15	1,14	1,11
от 2,5 до 4,0	1	1	1	1	1
от 4,0 до 10	0,87	0,89	0,89	0,88	0,9
от 10 до 25	0,8	0,8	0,79	0,76	0,8
от 25 до 63	0,73	0,73	0,74	0,71	0,75
от 63 до 160	0,70	0,70	0,72	0,65	0,7

Таблица 8

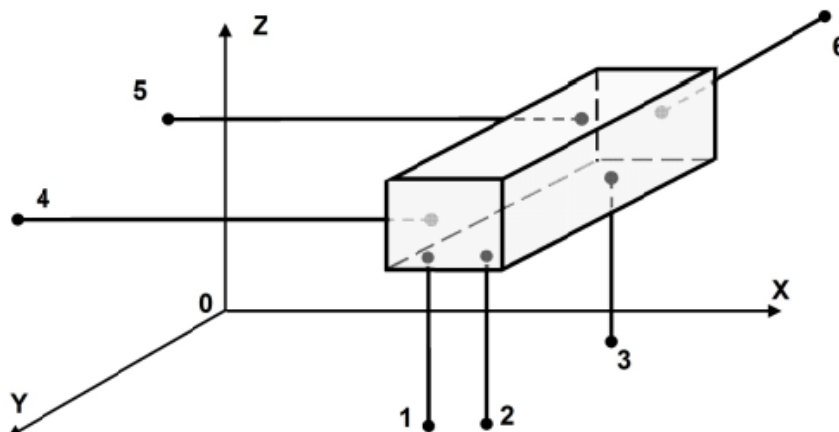
Объем производства штамповок, соответствующий 2-ой группе серийности [3]

Масса штамповки, кг	Объем производств, тыс. шт./год
до 0,25	от 15 до 500
от 0,25 до 0,63	от 8 до 300
от 0,63 до 1,6	от 5 до 150
от 1,6 до 2,5	от 4,5 до 120
от 2,5 до 4,0	от 4 до 100
от 4,0 до 10	от 3,5 до 75
от 10 до 25	от 3 до 50
от 25 до 63	от 2 до 30
от 63 до 160	от 0,6 до 1

Суперфиниширование:										
чистовое										6...7
тонкое										4...5

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

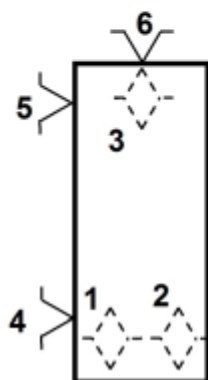
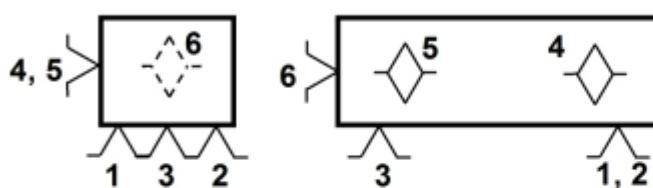
Определение положения призматического тела в пространстве



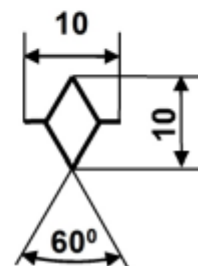
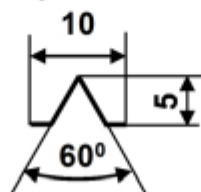
Геометрические связи	Количество лишаемых степеней свободы	Каких степеней свободы лишает	Название базы
1, 2, 3	3	$\uparrow OZ, \curvearrow OX, \curvearrow OY$	Установочная
4, 5	2	$\uparrow OX, \curvearrow OZ$	Направляющая
6	1	$\uparrow OY$	Опорная

1.1

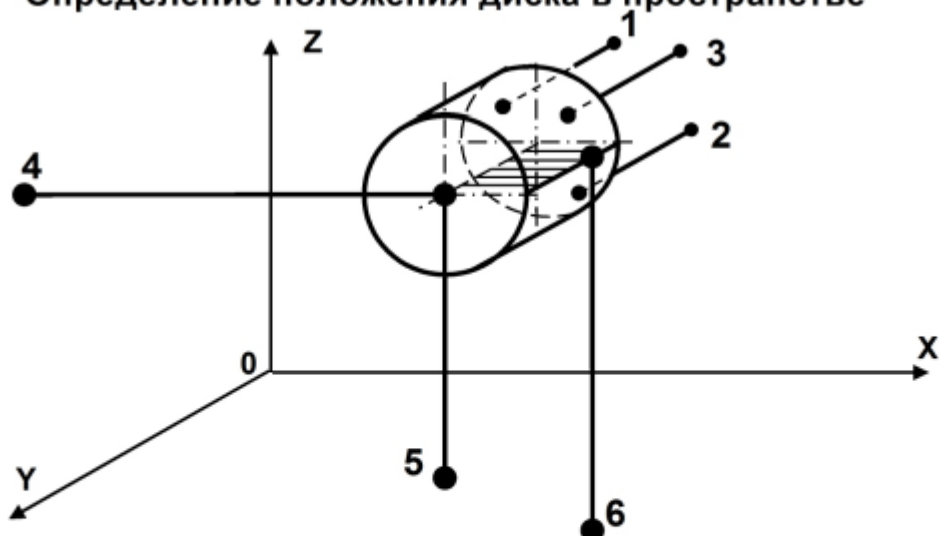
Определение положения призматического тела в пространстве



Условное обозначение опорных точек
вид спереди и сбоку вид сверху



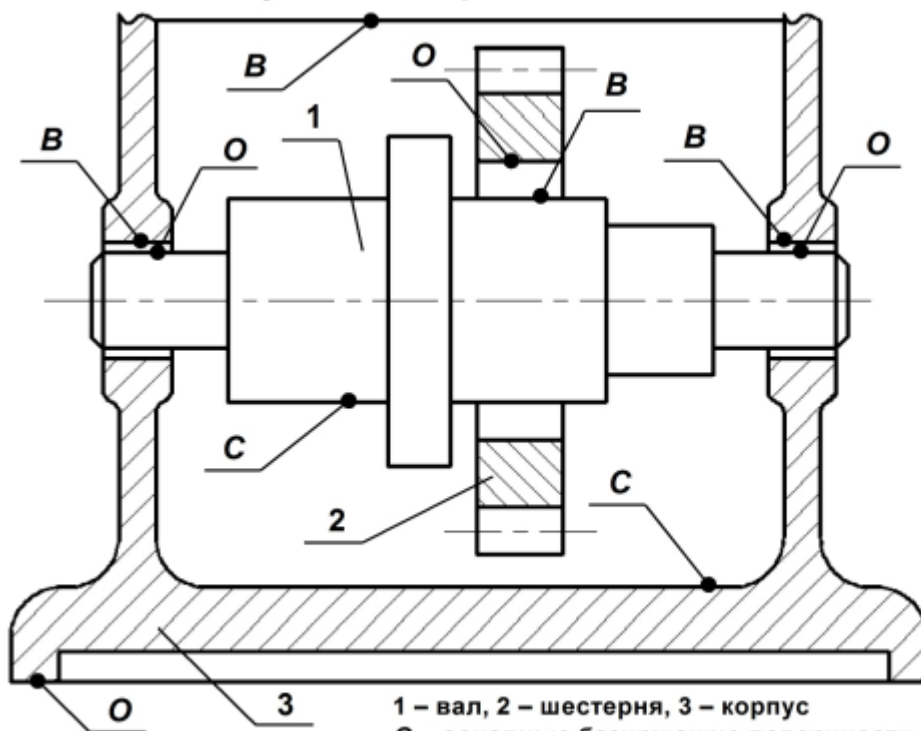
Определение положения диска в пространстве



Геометрические связи	Количество лишаемых степеней свободы	Каких степеней свободы лишает	Название базы
1, 2, 3	3	$\uparrow OY$; $\curvearrowright OX, OZ$	Установочная
4, 5	2	$\uparrow OX, OZ$	Двойная опорная
6	1	$\curvearrowright OY$	Опорная

1.4

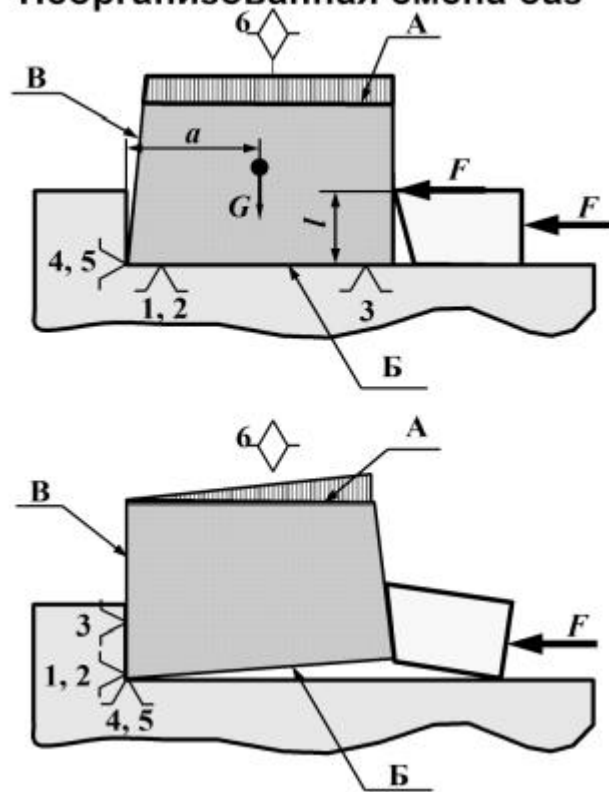
Функции поверхностей деталей в машине



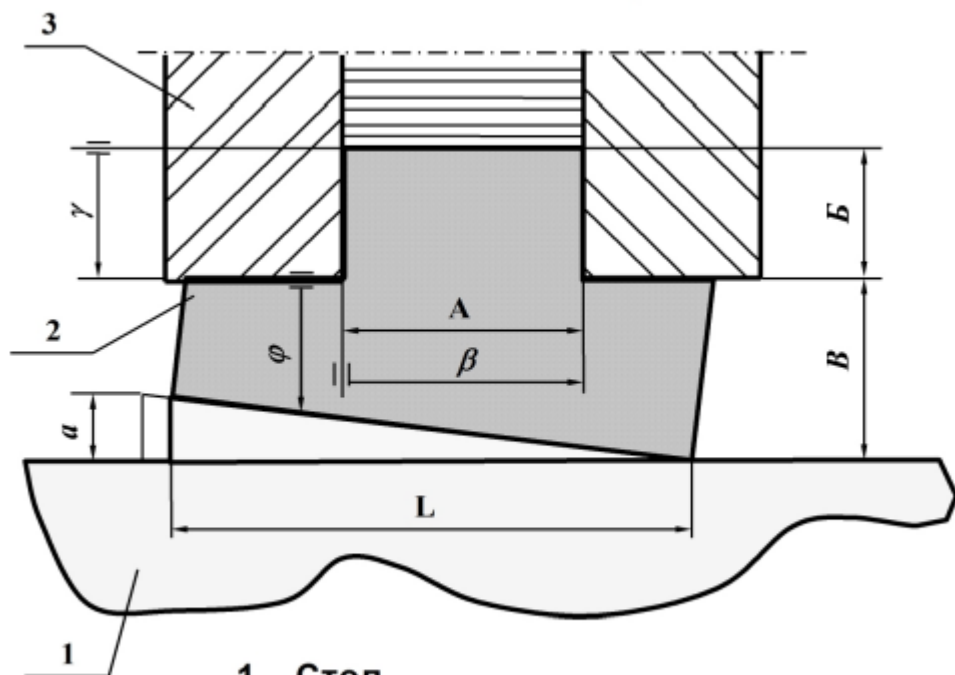
1 – вал, 2 – шестерня, 3 – корпус
 O – основные базисуемые поверхности,
 B – вспомогательные базисуемые поверхности,
 C – свободные поверхности

1.7

Неорганизованная смена баз



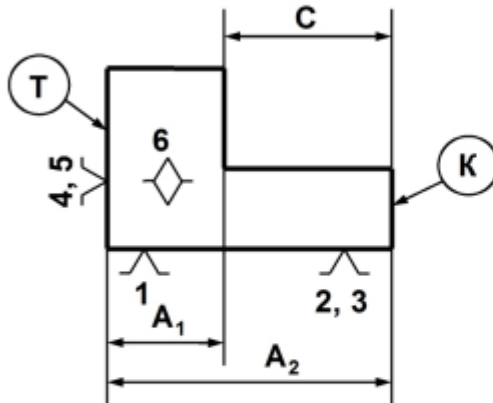
Обработка детали с одной установки



- 1 – Стол
- 2 – Обрабатываемая заготовка
- 3 – Набор фрез

Правила выбора баз

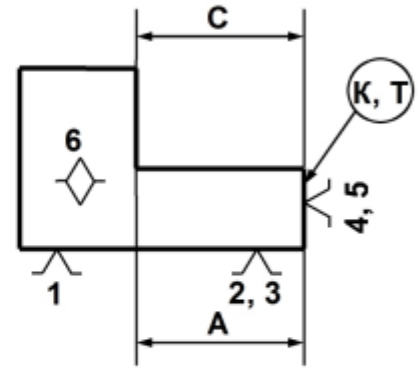
1. В качестве технологических и измерительных баз следует выбирать конструкторские базы (принцип совмещения баз)



конструкторская и технологическая базы

НЕ совпадают

$$TC = TA_1 + TA_2$$



конструкторская и технологическая базы

совпадают

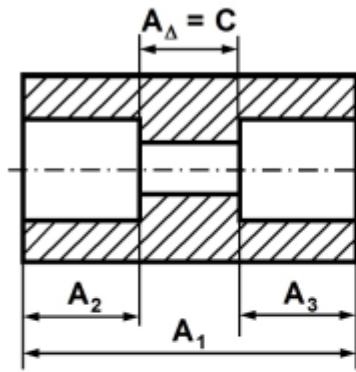
$$TC = TA$$

C – конструкторский размер, A – операционные размеры,
 T – технологическая база, K – конструкторская база

1

Скрытые базы

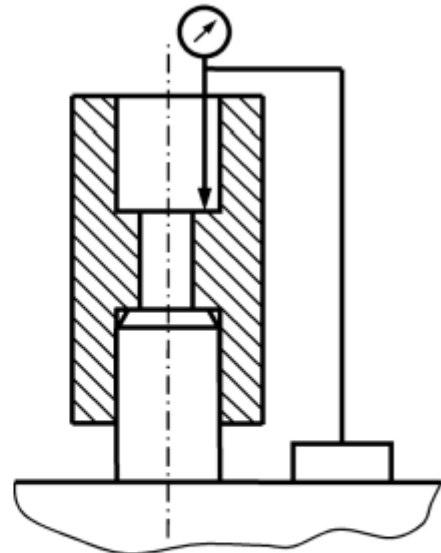




измерительная и
конструкторская базы
НЕ совпадают

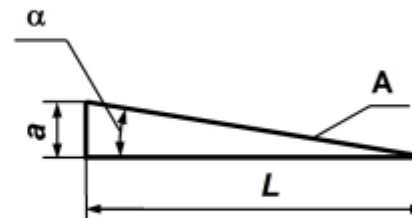
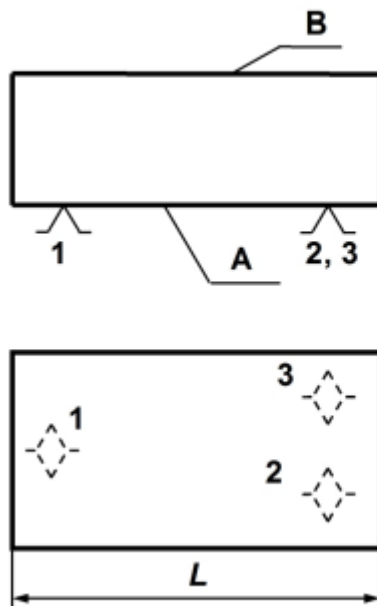
$$TC = TA_1 + TA_2 + TA_3$$

2. В качестве установочной базы выбирается поверхность, имеющая наибольшую протяженность в двух взаимно перпендикулярных направлениях



измерительная и
конструкторская базы
совпадают

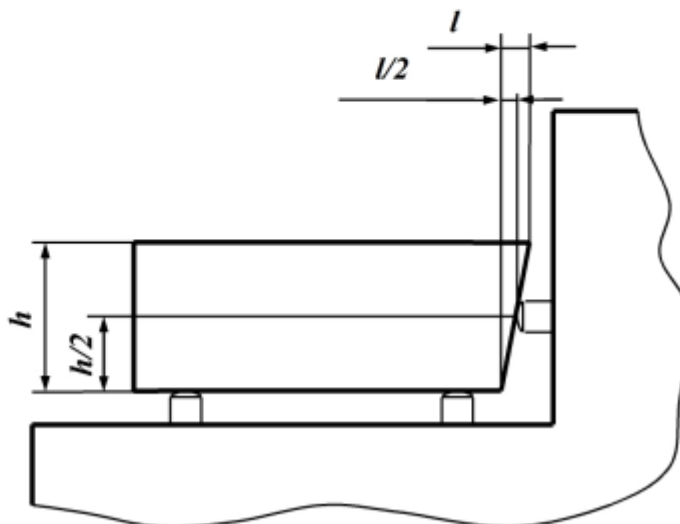
$$TC = TA$$



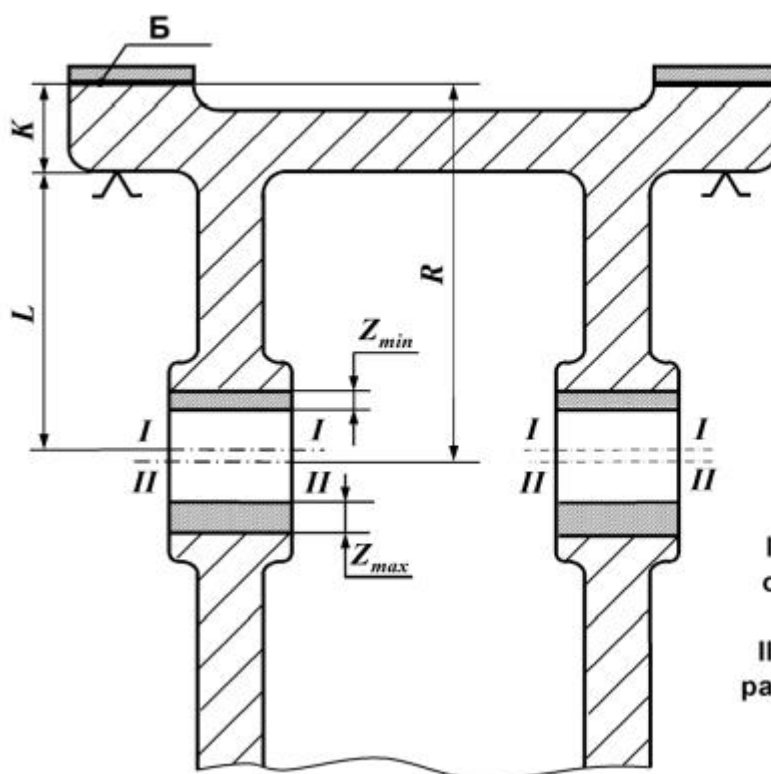
$$tg\alpha = \frac{a}{L}$$

3. В качестве направляющей базы необходимо выбирать поверхность, имеющую наибольшую протяженность в одном направлении

4. В качестве опорной базы следует выбирать поверхность, имеющую наименьшие габариты



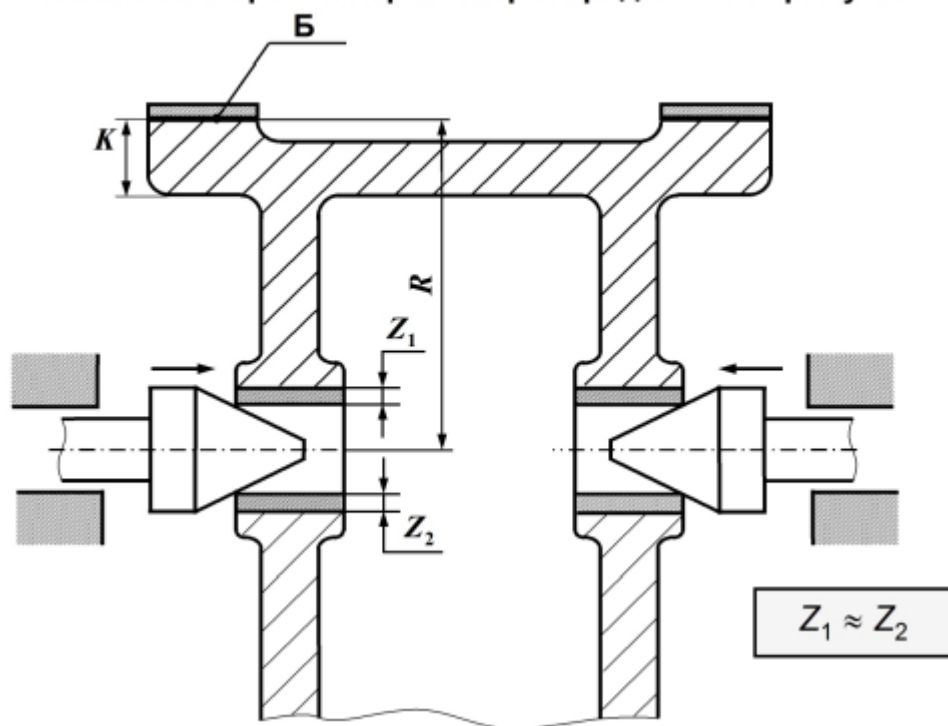
Роль и значение первой операции



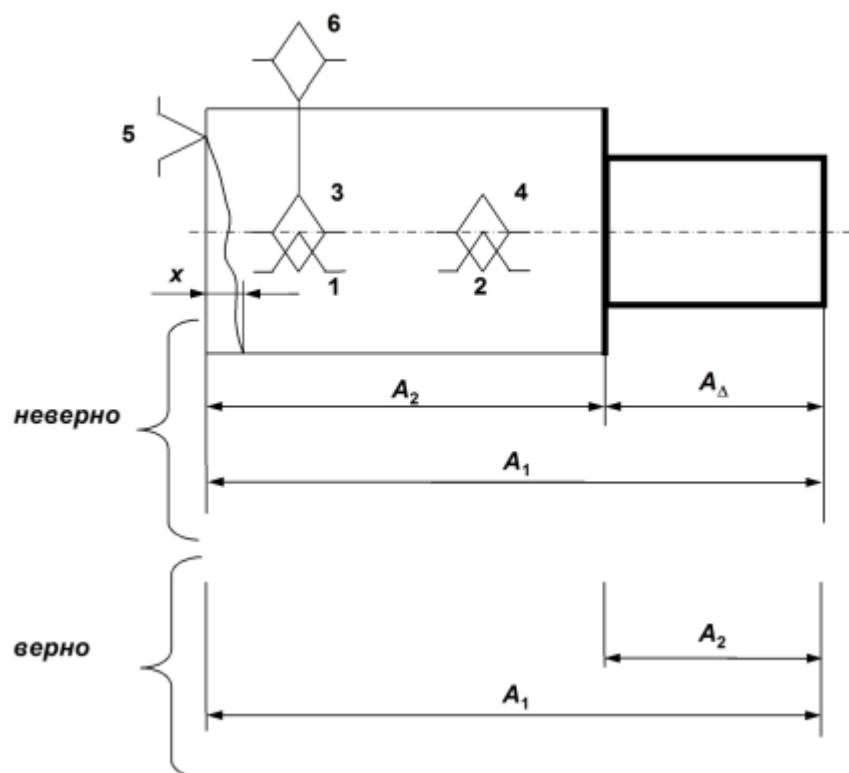
$I-I$ – ось отверстия, отлитого в заготовке

$II-II$ – ось отверстия, расточенного от базы Б

Роль и значение первой операции
Обеспечение равномерности распределения припуска

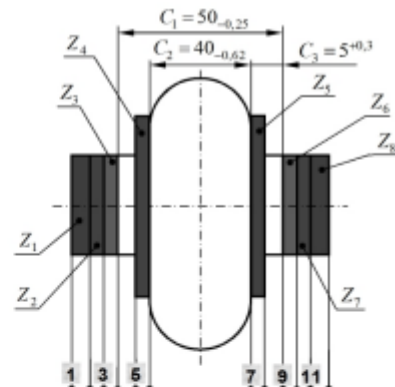


Простановка размеров на первой операции



Расчет длинных операционных размеров

1. Составляется схема обработки



Номер операции	Метод обработки	Операционные размеры										Закрывающее звено				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	12		
05	Штамповка															Z ₈ Z ₂ Z ₁
10	Точение															Z ₄ Z ₇
15	Точение															C ₂ C ₃
20	Точение															Z ₂
25	Точение															Z ₆
30	Шлифование															Z ₃
35	Шлифование															C ₁

2. Производится расчет величин минимальных припусков

$$Z_{\min_i} = R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i$$

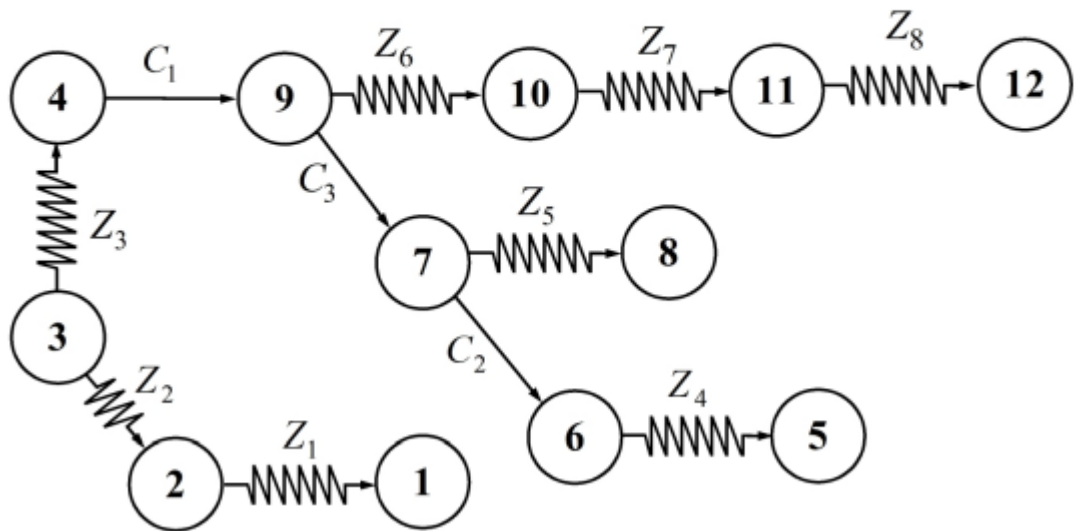
$R_{z_{i-1}}$ - высота микронеровностей, полученная на рассматриваемой поверхности после ее обработки на предшествующем переходе (операции)

T_{i-1} - глубина дефектного поверхностного слоя, полученная на предшествующем переходе (операции)

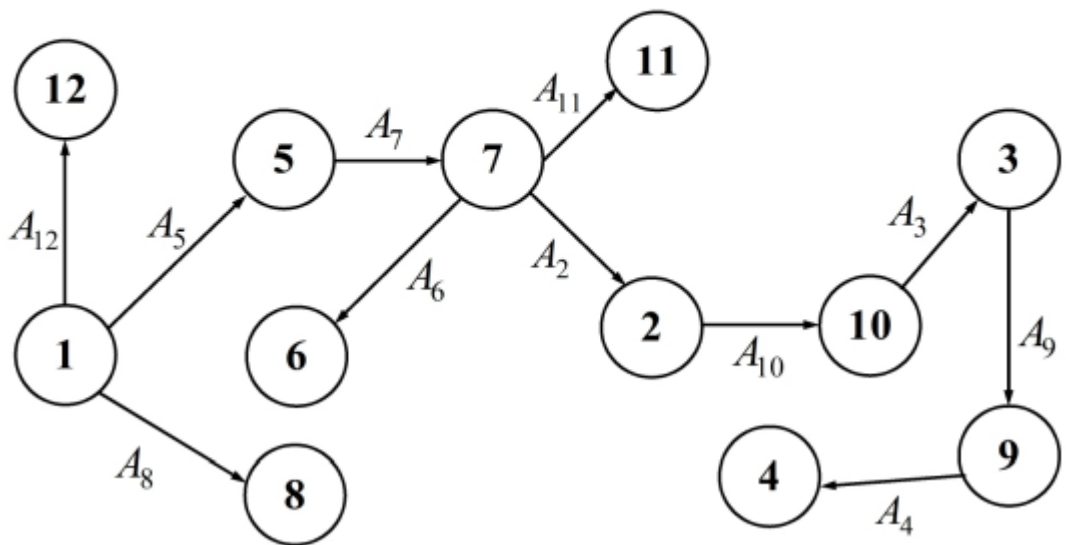
ρ_{i-1} - пространственные отклонения в расположении базовых поверхностей и поверхностей, подлежащих обработке на рассматриваемом переходе (операции);

ε_i - погрешность установки заготовки на рассматриваемом переходе (операции)

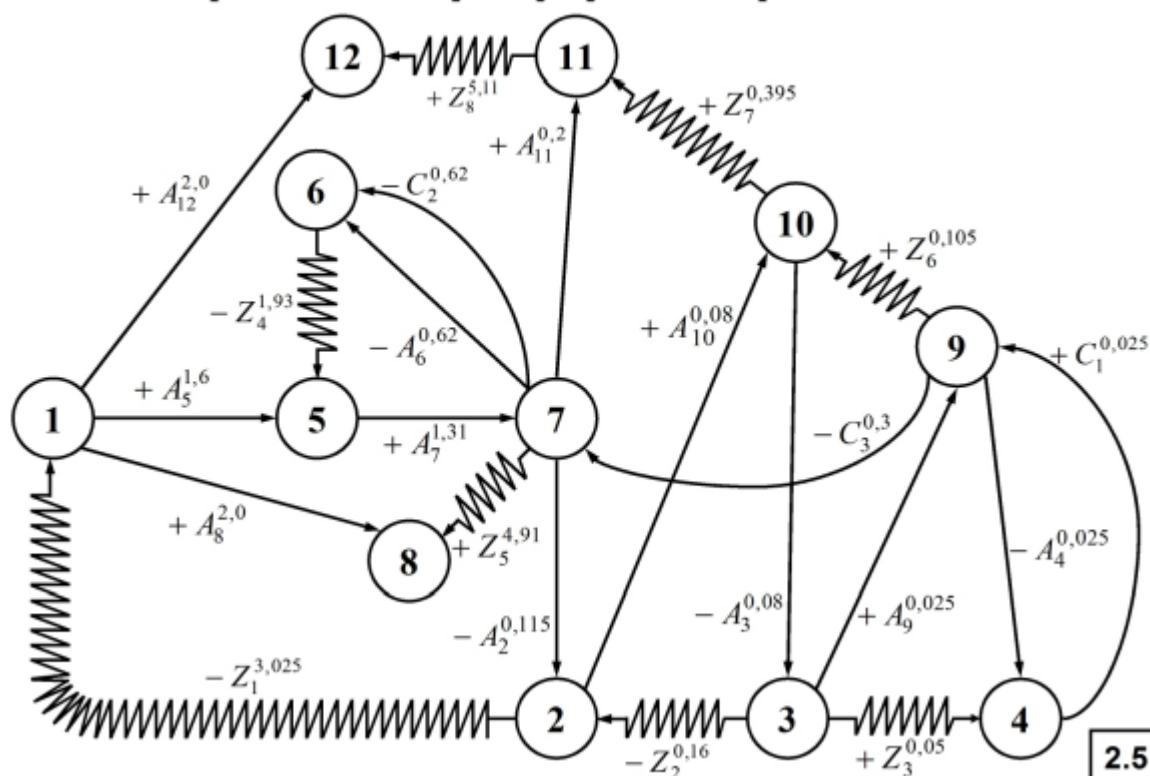
3. Строится граф исходных структур



4. Строится граф производных структур



5. Строится граф размерных цепей



2.5

6. Заполняется ведомость расчета

Исходные размеры				Операционные размеры						
Обозначения размеров	Заданный исходный размер, мм	Полученный исходный размер с учетом корректировки, мм		Обозначение размера, мм	Величина принятого допуска, мм	Уравнение размерной цепи	Расчетный операционный размер, мм		Величина корректировки, мм	Принятый операционный размер, мм
		max	min				max	min		
1	2	3		4	5	6	7		8	9
C_1	$50_{-0,025}$	50,0	49,975	A_4	-0,025	$C_1=A_4$	50,0	49,975	-	$50,0_{-0,025}$
Z_3	$0,052^{+0,05}$	0,225	0,175	A_9	-0,025	$Z_3=A_9 - A_4$	50,077	50,052	+0,123	$50,2_{-0,025}$
Z_6	$0,052^{+0,105}$	0,225	0,120	A_3	-0,08	$Z_6=A_3 - A_9$	50,332	50,252	+0,068	$50,4_{-0,08}$
Z_2	$0,203^{+0,16}$	0,38	0,22	A_{10}	-0,08	$Z_2=A_{10} - A_3$	50,683	50,603	+0,017	$50,7_{-0,08}$
C_3	$5,0^{+0,3}$	5,295	4,995	A_2	-0,115	$C_3=-A_2+A_{10}-A_3+A_9$	45,395	45,28	-	$45,4_{-0,115}$
C_2	$40,0_{-0,62}$	40,0	39,38	A_6	-0,62	$C_2=A_6$	40,0	39,38	-	$40,0_{-0,62}$
Z_7	$0,203^{+0,395}$	0,88	0,485	A_{11}	-0,2	$Z_7=A_{11}+A_2 - A_{10}$	5,818	5,618	+0,182	$6,0_{-0,2}$
Z_4	$0,5^{+1,93}$	2,52	0,59	A_7	-1,31	$Z_4=A_7 - A_6$	41,81	40,5	+0,09	$41,9_{-1,31}$
Z_1	$0,48^{+3,025}$	3,415	0,39	A_5	$\begin{matrix} +1,1 \\ -0,5 \end{matrix}$	$Z_1=A_5+A_7 - A_2$	6,89	5,29	+0,11	$5,8^{+1,1}_{-0,5}$
Z_5	$0,5^{+4,91}$	5,41	0,5	A_8	$\begin{matrix} +1,3 \\ -0,7 \end{matrix}$	$Z_5=A_8 - A_5 - A_7$	51,5	49,5	-	$50^{+1,3}_{-0,7}$
Z_8	$0,48^{+5,11}$	5,61	0,5	A_{12}	$\begin{matrix} +1,3 \\ -0,7 \end{matrix}$	$Z_8=A_{12} - A_5 - A_7 - A_{11}$	57,28	55,28	+0,02	$56^{+1,3}_{-0,7}$

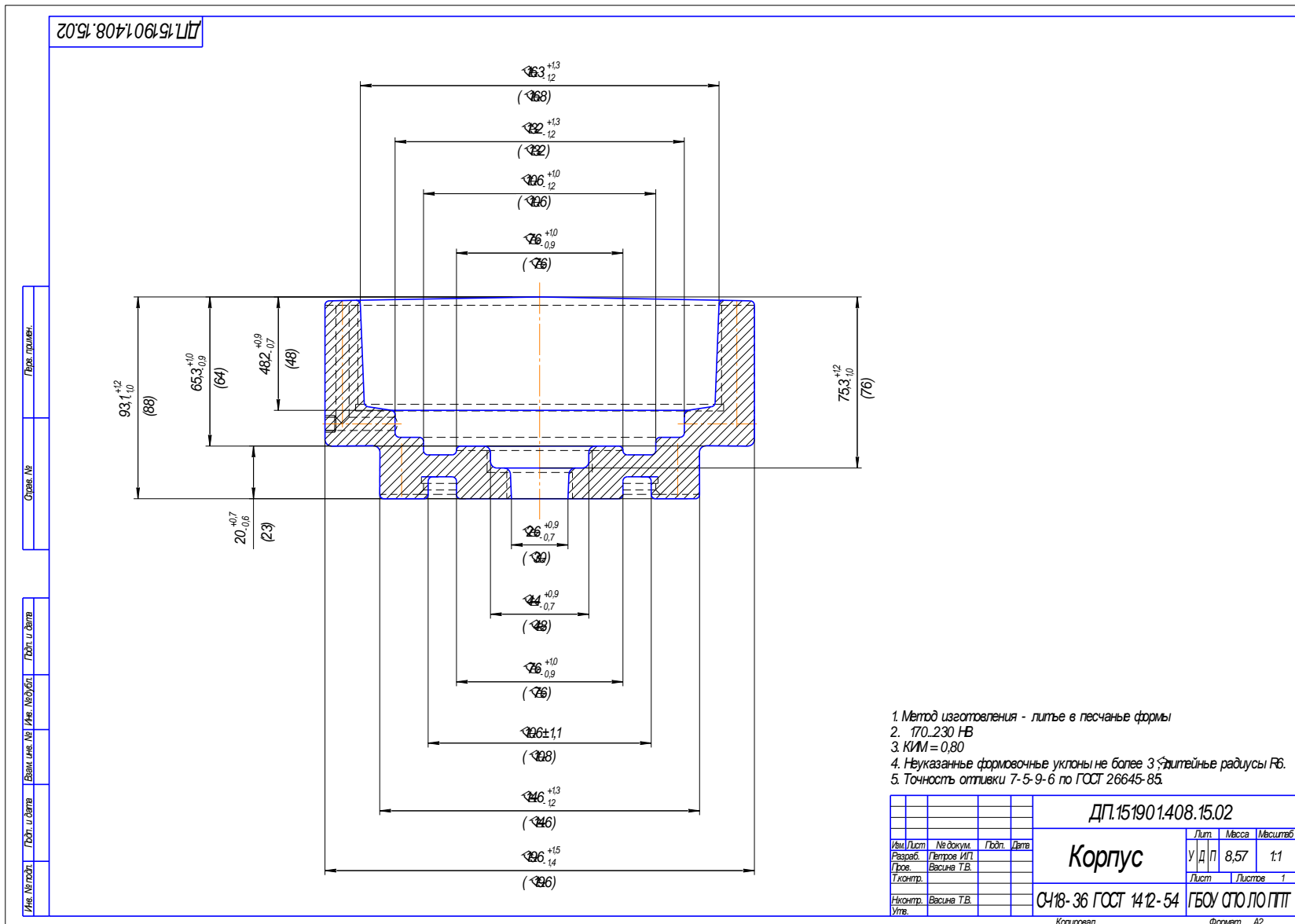


Рис.2- Пример оформления второго листа дипломного проекта

Маршрутный технологический процесс

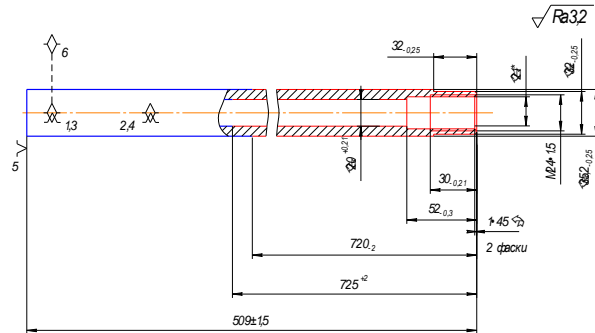
№оп.	Наименование операции	Эскиз обработки детали	Оборудование	№оп.	Наименование операции	Эскиз обработки детали	Оборудование
	Заготовка		Отливка	020	Сверлильная с ЧПУ		Сверлильный станок с ЧПУ NV-5000
005	Токарная		Токарный станок Г340	025	Сверлильная с ЧПУ		Сверлильный станок с ЧПУ NV-5000
010	Токарная		Токарный станок Г340	030	Турбоабразивная		Турбоабразивная установка
015	Токарная с ЧПУ		Токарный станок Л3000У	035	Гривочная		Мечная машина
040	Токарная с ЧПУ		Токарный станок Л3000У	045	Гривочная		Мечная машина
050	Контрольная			050	Контрольная		Контрольный стол

Разработчик: Г.В.Трофимов И.П.Т. / Проверен: В.С.Васильев Г.В.Т. / ДП: 151901408.131П11 / БЮ: 010.1011Т

Рис. 3 – Пример оформления плаката маршрутного технологического процесса

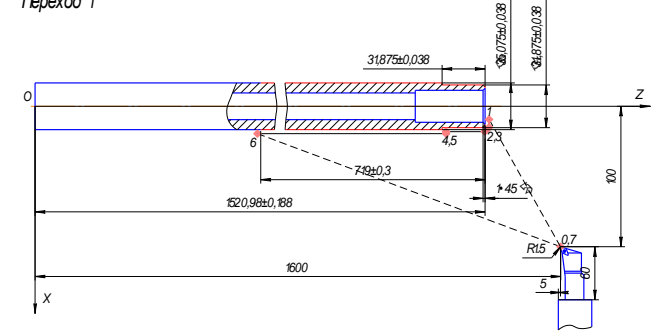
РАСЧЕТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА НА ТОКАРНЮЮ ОПЕРАЦИЮ № 25

Эскиз детали с операционными размерами



Эскизы детали с настроечными размерами

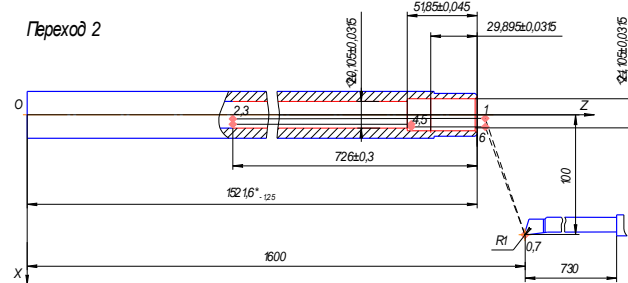
Переход 1



Режимы обработки

S мм/об	n об/мин	V м/мин	t, мм
0,8	600	66	3,7

Переход 2



Режимы обработки

S мм/об	n об/мин	V м/мин	t, мм
0,8	750	47	2

Переход 2

Переход 1

Пточки	Перемещение		Перемещение	
	по оси X	по оси Z	-X	-Z
0	100	1600	0	0
1	20	152.198	-80	78.02
2	30,375	152.198	10,375	0
3	32,875	1520,48	1,5	1,5
4	32,875	1490,105	0	30,375
5	36,875	1490,105	2	0
6	36,875	800	0	690
7	100	1600	33,125	800

Пточки	Перемещение		Перемещение	
	по оси X	по оси Z	-X	-Z
0	100	1600	0	0
1	5	1530	95	70
2	5	795	0	735
3	19,105	795	14,105	0
4	19,105	1469,75	0	674,75
5	20,105	1469,75	1	0
6	20,105	1530	0	602,5
7	100	1600	79,895	70

- Тип и модель станка - Токарный станок с ЧПУ JRAIS T500
- Материал детали Сталь 45 ГОСТ 1050-80
- Метод настройки станка - пробными деталями
- Количество деталей в пробной партии - 2 штуки
- Цена импульса
по оси X - 0,001 мм
по оси Z - 0,005 мм
- Измерительный инструмент - ШЛ-1-1650-0,01 ГОСТ 166-89
- Пунктиром указан хвостовой ход инструмента

Экземпляр	ДП.15.1001ВТ.1.06.02.ЛП2	Лист
Исполнитель		1
Проверенный		
Контроль		

Рис. 4 Пример оформления расчётно-технологической карты на одну из операций

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Наименования операций обработки резанием

Таблица 1

Операции обработки резанием (ГОСТ 3.1702-79 [15])

№ п/п	Наименование операции	№ п/п	Наименование операции
1	2	3	4
01	Автоматно – линейная	36	Расточная с ЧПУ
02	Агрегатная	37	Сверлильная с ЧПУ
03	Долбежная	38	Токарная с ЧПУ
04	Зубодолбежная	39	Фрезерная с ЧПУ
05	Зубозакругляющая	40	Шлифовальная с ЧПУ
06	Зубонакатная	41	Вертикально-протяжная
07	Зубообкатывающая	42	Горизонтально-протяжная
08	Зубоприрабатывающая	43	Алмазно-расточная
09	Зубопритирочная	44	Вертикально-расточная
10	Зубопротяжная	45	Горизонтально-расточная
11	Зубопротяжная	46	Координатно-расточная
12	Зуботокарная	47	Болтонарезная
13	Зубофрезерная	48	Гайконарезная
14	Зубохонинговальная	49	Резьбонакатная
15	Зубошлифовальная	50	Вертикально-сверлильная
16	Специальная зубообрабатывающая	51	Горизонтально-сверлильная
17	Шлиценкатная	52	Координатно-сверлильная
18	Шлицестрогальная	53	Радиально-сверлильная
19	Шлицестрогальная	54	Сверлильно-центровальная
20	Шлицефрезерная	55	Поперечно-строгальная
21	Комбинированная	56	Продольно-строгальная
22	Виброабразивная	57	Автоматная токарная
23	Галтовка	58	Вальцетокарная
24	Доводочная	59	Лоботокарная
25	Опиловочная	60	Резьботокарная
26	Полировальная	61	Специальная токарная
27	Притирочная	62	Токарно – бесцентровая
28	Суперфинишная	63	Токарно – винторезная
29	Хонинговальная	64	Токарно – затыловочная
30	Абразивно-отрезная	65	Токарно – карусельная
31	Ленточно-отрезная	66	Токарно – копировальная
32	Ножовочно-отрезная	67	Токарно – револьверная
33	Пило-отрезная	68	Торцеподрезная центровальная
34	Токарно-отрезная	69	Барабанно – фрезерная
35	Фрезерно-отрезная	70	Вертикально – фрезерная
Окончание табл. 1			
71	Горизонтально – фрезерная	84	Заточная
72	Гравировально – фрезерная	85	Карусельно-шлифовальная
73	Карусельно – фрезерная	86	Координатно-шлифовальная
74	Копировально - фрезерная	87	Круглошлифовальная
75	Продольно – фрезерная	88	Ленточно-шлифовальная

76	Резьбофрезерная	89	Обдирочно-шлифовальная
77	Специальная фрезерная	90	Плоскошлифовальная
78	Универсально-фрезерная	91	Резьбошлифовальная
79	Фрезерно-центровальная	92	Торцешлифовальная
80	Шпоночно-фрезерная	93	Центрошлифовальная
81	Бесцентрово-шлифовальная	94	Шлифовальная специальная
82	Вальцешлифовальная	95	Шлифовально-затыловочная
83	Внутришлифовальная	96	Шлицешлифовальная

Перечень инструкций по охране труда (ИОТ)

ИОТ № 1 Общая инструкция по технике безопасности (пожарной, электробезопасности и другим)

ИОТ № 2 Инструкция по технике безопасности при лезвийной обработке на металлообрабатывающих станках

ИОТ № 3 Инструкция по технике безопасности при абразивной обработке на металлообрабатывающих станках

ИОТ № 4 Инструкция по технике безопасности для слесарей механосборочных работ

ИОТ № 5 Инструкция по технике безопасности при электрофизикохимической и термической обработке деталей

ИОТ № 6 Инструкция по технике безопасности при выполнении операций технического контроля в механосборочных цехах

ИОТ № 7 Инструкция по технике безопасности для пользователей персональных компьютеров.

Основные условные обозначения граф МК и ОК (в алфавитном порядке)

ЕВ - обозначение единиц (измерения) физических величин, указанных в графе Н. расх. (кг, л, м);

ЕН - единица нормирования (например 1; 10; 100 деталей), на которую установлена следующая за этим обозначением норма расхода материала или норма времени;

ИОТ - инструкция по охране труда;

КД - количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки, шт;

КИ - количество деталей, сборочных единиц, применяемых при сборке, шт;

КИМ - коэффициент использования материала;

КОИД - количество одновременно обрабатываемых деталей на операции;

КР - количество исполнителей (рабочих), занятых при выполнении одной операции;

Кшт - коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании;

МД - масса детали по конструкторскому документу, кг;

МЗ - масса заготовки, кг;

МИ - масса изделия по конструкторскому документу, кг;

Н. расх. - норма расхода материала, кг;

ОП - объем производственной партии, шт;

ПИ - номер позиции инструментальной наладки для станков с ЧПУ;

Объем и ПК - объем контроля – процент от партии или периодичность контроля, штук в час;

Проф - наименование профессии исполнителя (рабочих);

Р - разряд работы, необходимый для выполнения операции;

СОТС - информация о смазочно-охлаждающей жидкости;

То - норма основного времени;

Т в - норма вспомогательного времени ;

Т пз. - норма подготовительно - заключительного времени ;

Т шт. - норма штучного времени.

Наименование обрабатываемых поверхностей и конструктивных элементов . Коды (по ГОСТ 3.1702 – 79)

Таблица П.4

Наименование обрабатываемых поверхностей и конструктивных элементов . Коды (по ГОСТ 3.1702 – 79)

Код	Наименование		Код	Наименование	
	полное	сокращенное		полное	сокращенное
001	Буртик	Бурт .	019	Отверстия	-
002	Буртики	-	020	Паз	-
003	Выточка	Выт – ка	021	Пазы	-
004	Выточки		022	Поверхность	Поверх .
005	Галтель	Галт .	023	Поверхности	-
006	Галтели	-	024	Пружина	Пруж .
007	Деталь	Дет.	025	Пружины	-
008	Детали	-	026	Резьба	-
009	Заготовка	Загот.	027	Рифление	Рифл.
010	Зуб	-	028	Ступень	Ступ.
011	Зубья	-	029	Сфера	-
012	Канавка	Канав.	030	Торец	-
013	Канавки	-	031	Торцы	-
014	Контур	К–р	032	Фаска	-
015	Лыска	-	033	Червяк	Черв.
016	Лыски	-	034	Цилиндр	Цил.
017	Конус	Кон.	035	Фаски	-
018	Отверстие	Отв.			

Сопоставление классов чистоты и параметров шероховатости
Справочная переводная таблица

Класс чис- тоты ГОСТ 2789- 59	Параметры шероховатости, мкм			
	Ra	Обозначение по ГОСТ2789-73 (ИУС № 3 – 2003) \sqrt{Ra}^*	Rz	Обозначение по ГОСТ2789-73 \sqrt{Rz}^*
∇1	80 – 40	$\sqrt{Ra50}$	320 – 160	$\sqrt{Rz320}$
∇2	40 – 20	$\sqrt{Ra25}$	160 – 80	$\sqrt{Rz160}$
∇3	20 – 10	$\sqrt{Ra12,5}$	80 – 40	$\sqrt{Rz80}$
∇4	10 – 5	$\sqrt{Ra6,3}$	40 – 20	$\sqrt{Rz40}$
∇5	5 – 2,5	$\sqrt{Ra3,2}$	20 – 10	$\sqrt{Rz12,5}$
∇6	2,5 – 1,25	$\sqrt{Ra1,6}$	10 – 6,3	$\sqrt{Rz6,3}$
∇7	1,25 – 0,63	$\sqrt{Ra0,8}$	6,3 – 3,2	$\sqrt{Rz3,2}$
∇8	0,63 – 0,32	$\sqrt{Ra0,4}$	3,2 – 1,6	$\sqrt{Rz1,6}$
∇9	0,32 – 0,16	$\sqrt{Ra0,2}$	1,60 – 0,8	$\sqrt{Rz0,8}$
∇10	0,16 – 0,08	$\sqrt{Ra0,1}$	0,8 – 0,4	$\sqrt{Rz0,4}$
∇11	0,08 – 0,04	$\sqrt{Ra0,05}$	0,4 – 0,2	$\sqrt{Rz0,2}$
∇12	0,04 – 0,02	$\sqrt{Ra0,025}$	0,2 – 0,1	$\sqrt{Rz0,1}$
∇13	0,02 – 0,01	$\sqrt{Ra0,012}$	0,1 – 0,05	$\sqrt{Rz0,05}$
∇14	0,01 – 0,008		0,05 – 0,025	$\sqrt{Rz0,025}$

Ra – *Предпочтительные значения параметров
среднее арифметическое отклонение профиля
 Rz – высота неровностей профиля по 10 точкам
Параметр Ra является предпочтительным
 $\sqrt{Ra6,3}$ Пример условного обозначения на чертеже

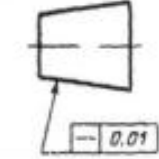
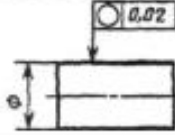
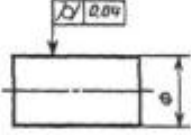
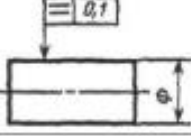
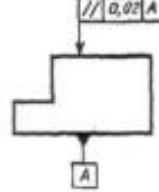
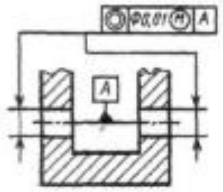
Знаки (графические символы) видов допусков формы и расположения поверхностей по ГОСТ 2.308-79


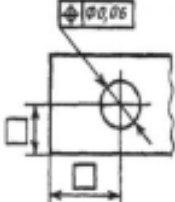
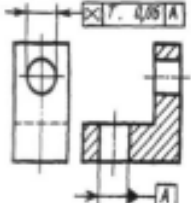
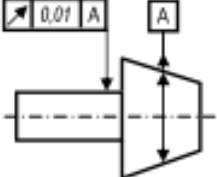
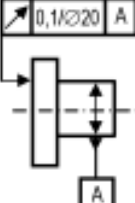
Группа допусков	Вид допуска	Знак	Группа допусков	Вид допуска	Знак
Допуски формы	Допуск прямолинейности		Суммарные допуски формы и расположения	Допуск радиального биения	
	Допуск плоскостности			Допуск торцового биения	
	Допуск круглости			Допуск биения в заданном направлении	
	Допуск цилиндричности			Допуск полного радиального биения	
	Допуск профиля продольного сечения			Допуск полного торцового биения	
Допуски расположения	Допуск параллельности			Допуск формы заданного профиля	
	Допуск перпендикулярности			Допуск формы заданной поверхности	
	Допуск наклона				
	Допуск соосности				
	Допуск симметричности				
	Позиционный допуск				
	Допуск пересечения осей				

Примеры указания на чертежах допусков формы и расположения поверхностей

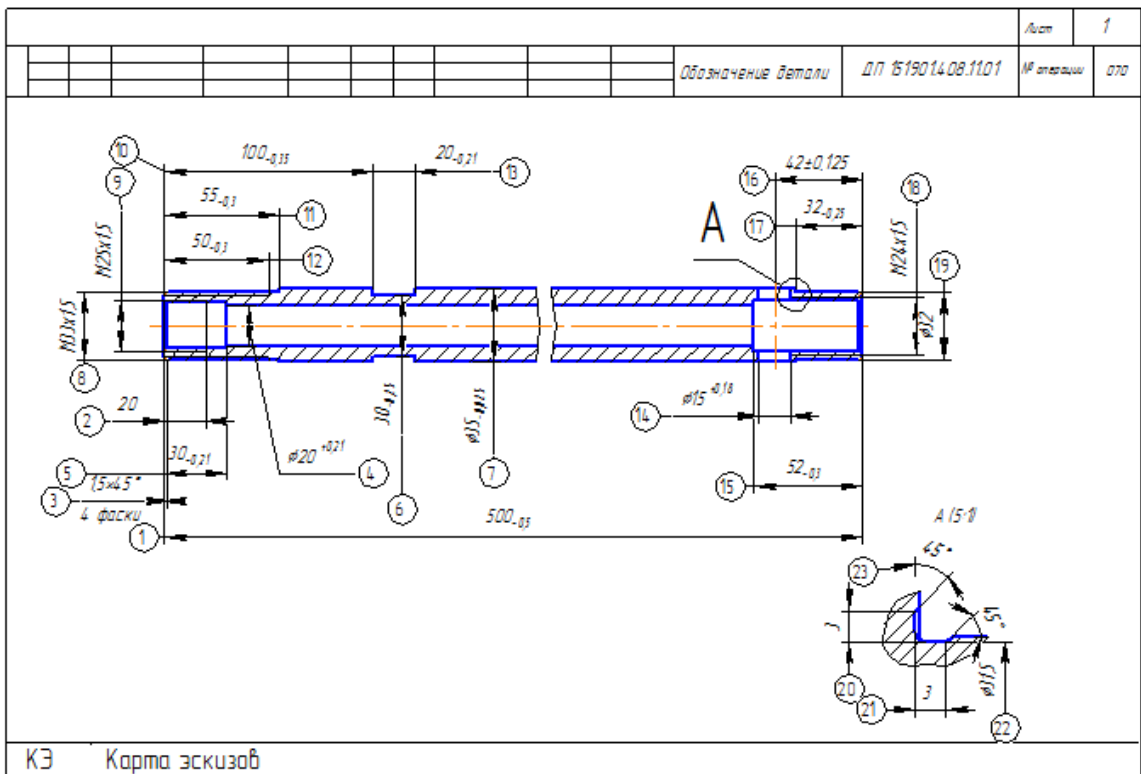
Таблица 1

Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей

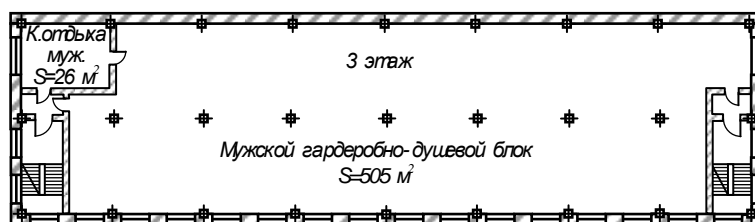
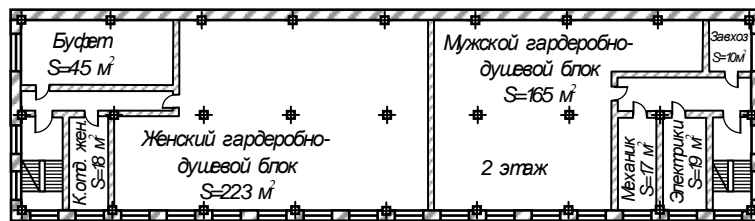
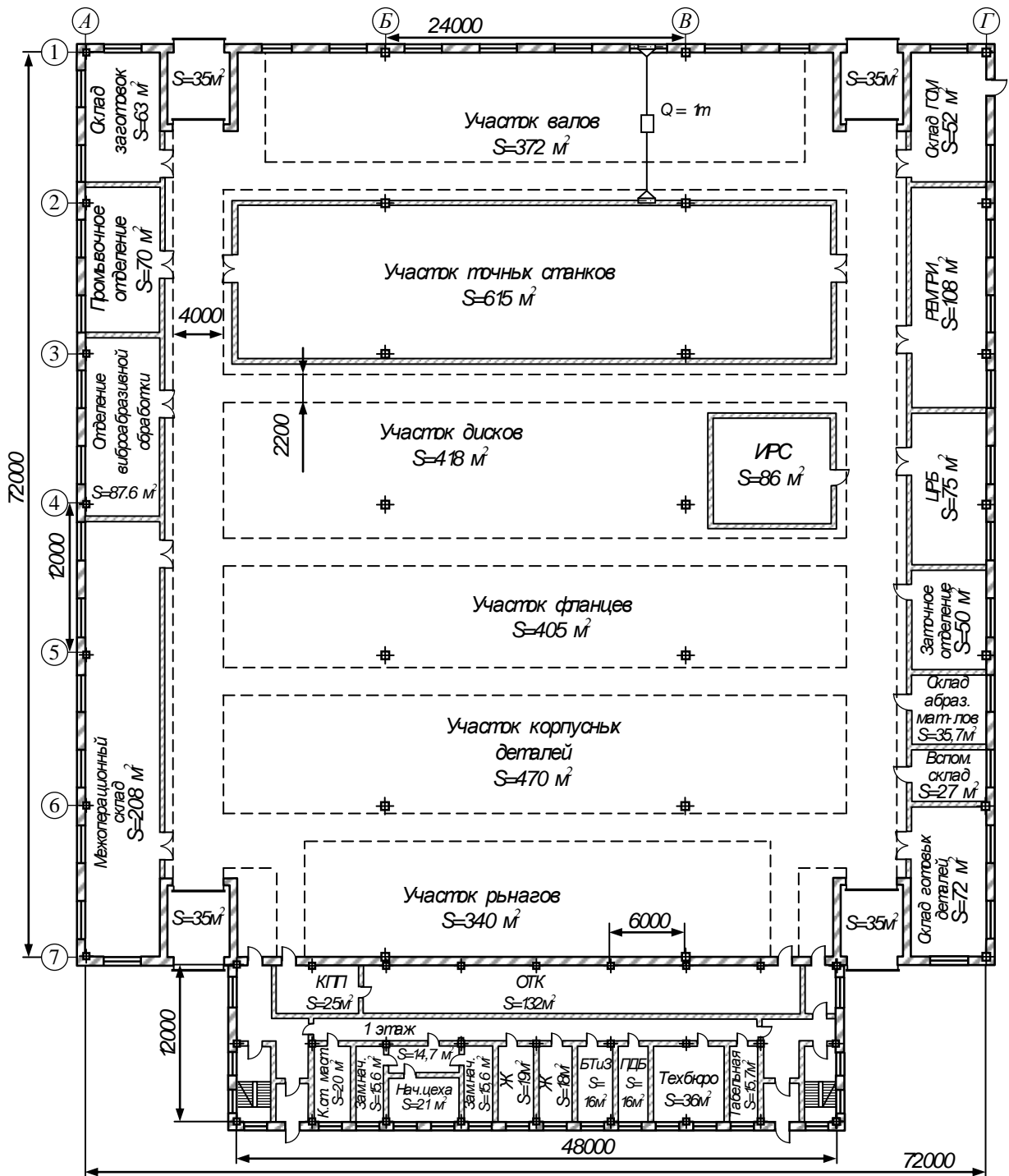
Вид допуска	Условное обозначение	Текстом
Допуск прямолинейности		Допуск прямолинейности образующей конуса 0,01 мм
Допуск округлости		Допуск круглости вала 0,02 мм
Допуск цилиндричности		Допуск цилиндричности вала 0,04 мм
Допуск профиля продольного сечения		Допуск профиля продольного сечения вала 0,1 мм
Допуск параллельности		Допуск параллельности поверхности относительно поверхности A 0,02 мм
Допуск соосности		Зависимый допуск соосности двух отверстий относительно их общей оси \varnothing 0,01 мм (допуск зависимый)

<p>Допуск симметричности</p>		 <p>Несимметричность паза относительно поверхности A не более 0,05 мм</p>
<p>Позиционный допуск</p>		<p>Позиционный допуск оси отверстия \varnothing 0,06 мм</p>
<p>Допуск пересечения осей</p>		<p>Допуск пересечения осей отверстий: T 0,06 мм</p>
<p>Допуск радиального биения</p>		<p>Допуск радиального биения вала относительно оси конуса 0,01 мм</p>
<p>Допуск торцевого биения</p>		<p>Допуск торцевого биения поверхности на диаметре 20 мм относительно оси поверхности A 0,1 мм</p>
<p>Допуск биения в заданном направлении</p>		<p>Допуск биения конуса относительно оси отверстия A перпендикулярно образующей конуса 0,01 мм</p>

Пример оформления первого листа маршрутной карты (МК)

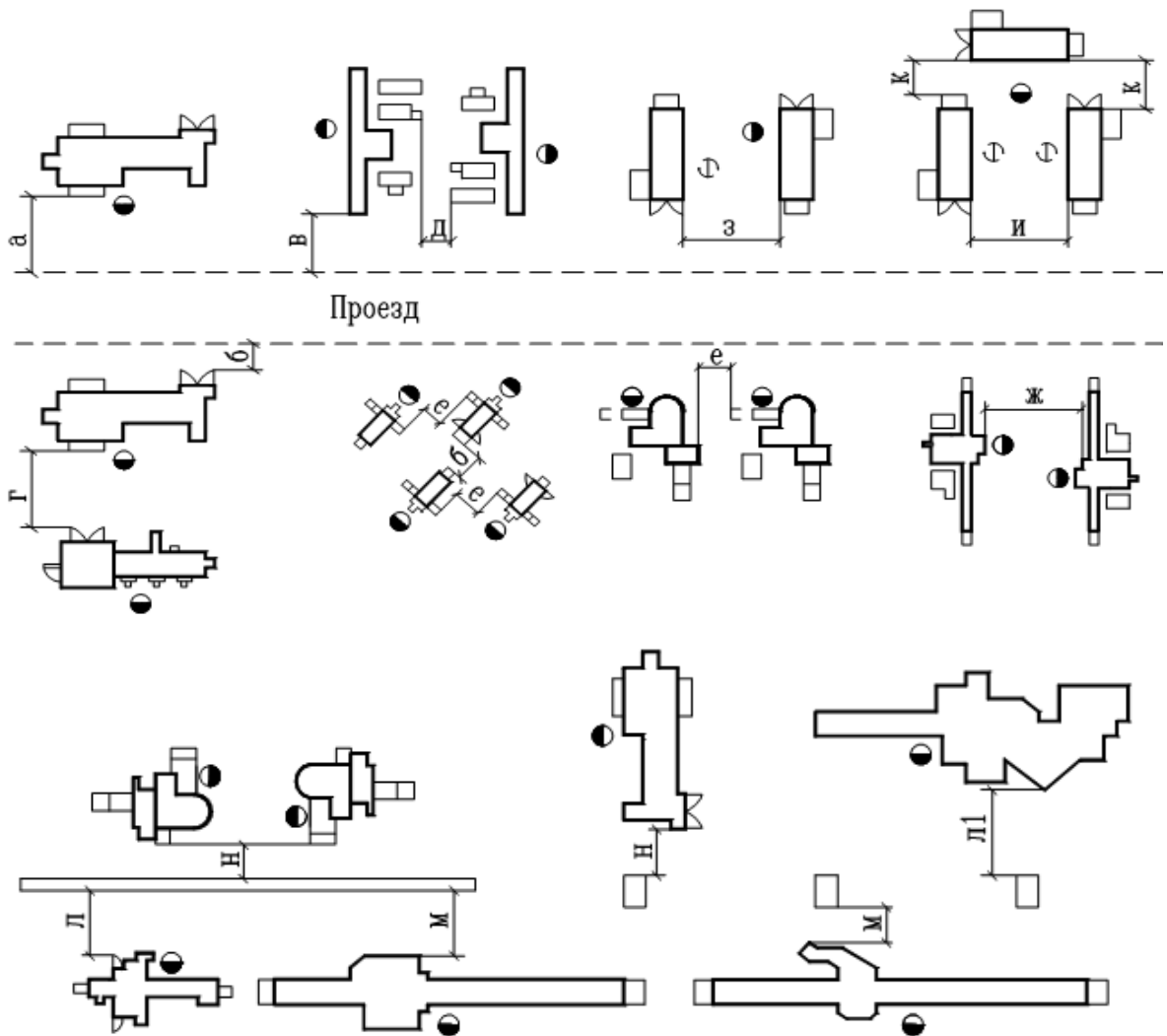


Графическая часть должна содержать компоновочный план цеха, совмещённый с планом расположения оборудования на производственном участке.



НОРМЫ РАССТОЯНИЙ УНИВЕРСАЛЬНЫХ СТАНКОВ

от проезда, относительно друг друга, от стен и колонн зданий



Расположение станков		Обозначение по рис. 1		Расстояние, мм					
				Единичное, мелкосерийное и среднесерийное производство			Крупносерийное и массовое производство		
				Наибольший из габаритных размеров станка в плане, мм					
		До 1800	От 1800 до 4000	От 4000 до 8000	Св. 8000	До 1800	От 1800 до 4000	Св. 4000	
От проез да до	фронта	а	1600		$\frac{2000}{2400}$		$\frac{1000}{1200}$		
			500		500		500		
Относ итель но друг друга	тыльной стороны боковых сторон в "затылок"	б	500		700		1000		
			1700		2600		1400		
Относ итель но друг друга	тыльными сторонами боковыми сторонами	д	700		1000		1300		
			800		1300		700		
Относ итель но друг друга	фронтальной стороной одного станка	е	900		1300		1800		
			2100		2500		1900		
Относ итель но друг друга	фронтальной стороной двух станков	ж	1700		-		1400		
			2500		-		1400		
Относ итель но друг друга	при П-образном расположении трех станков, обслуживаемых одним рабочим	з	700		-		700		
			1600		$\frac{1600}{2000}$		1300		
Относ итель но друг друга	фронта	л	1300		1500		1300		
			700		800		900		
Относ итель но друг друга	тыльной стороны боковых сторон	м	1000		1000		900		
			1200		900		1200		
Относ итель но друг друга	фронта	н	1200		1200		900		
			1500		1500		1500		

Примечание: В числителе указаны нормы расстояний для поточной формы организации производства, в знаменателе – для непоточной.